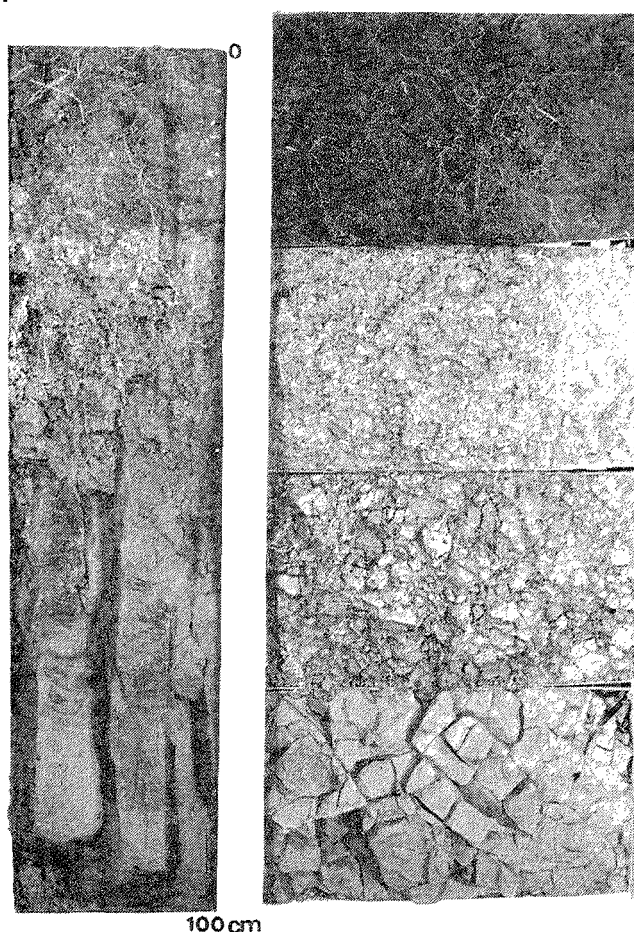


**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Gyttjejordar, deras sammansättning och egenskaper

The composition and properties of
gyttja soils

**Kerstin Berglund
Urve Miller
Jan Persson**



**Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Soil Sciences
Division of Agricultural Hydrotechnics**

**Rapport 160
Report**

**Uppsala 1989
ISSN 0348-1816
ISBN 91-576-3777-6**

Förord

Projeket har genomförts som ett samarbete mellan Försöksavdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Sveriges Lantbruksuniversitet (Kerstin Berglund), Mikropaleontologiska laboratoriet vid Sveriges Geologiska Undersökning (Urve Miller) samt Forskningsavdelningen för växtnäringslära vid Sveriges Lantbruksuniversitet (Jan Persson). Målet med projektet har varit att bestämma gyttjeinnehållet i odlade jordar, såväl kvantitativt som kvalitativt, att studera gyttjesubstansens betydelse för de fysikaliska egenskaperna hos odlade jordar samt att undersöka odlingsåtgärdernas, och då framför allt kalkens, inverkan på gyttjesubstansens omsättning och förändring.

Sammanlagt har tio lokaler med odlade gyttjejordar i södra Sverige studerats. Vid hälften av lokalerna har Försöksavdelningen för hydroteknik tidigare haft försök med markförbättrande åtgärder. Två av dessa försök har utnyttjats i detta projekt för studier av kalkens inverkan på gyttjejordars egenskaper och sammansättning. Jordarten på de olika lokalerna varierar från gyttjelera till ren gyttja. En del av profilerna har tidigare överlagrats av torv med varierande mäktighet och på någon av platserna består matjorden fortfarande av torvjord. För att få en jämförelse med den naturliga utvecklingen har även närliggande orörda gyttjelagerföljder undersökts.

Gyttjornas sammansättning har analyserats vid Mikropaleontologiska laboratoriet, SGU, av Elfi Gabriel (strukturanalys), Håkan Modig (diatoméanalys) och Irma Ortmæ (pollenanalys). Ann-Marie Robertsson har tidvis hjälpt till med arbetsledning och även kritiskt granskat manuskriptet. Avdelningen för hydroteknik vid SLU har undersökt framför allt gyttjejordarnas fysikaliska egenskaper. Alla fysikaliska analyser har utförts av Chatrine Zaine. Kalkens inverkan på gyttjejordar har i första hand studerats vid Avdelningen för växtnäringslära, SLU, där Andrea Hansen varit ansvarig för analyserna.

Arbetet har utförts med bidrag från skogs- och jordbrukets forskningsråd (SJFR).

Uppsala i juni 1989

Kerstin Berglund

INNEHÅLL

sid

1. GYTTJEJORDARTERNAS BILDNING OCH INDELNING	7
2. BESKRIVNING AV LOKALERNA	8
3. GYTTJEJORDARNAS SAMMANSÄTTNING	18
3.1. Tillämpad metodik	18
3.2. Analysresultat	26
4. GYTTJEJORDARNAS EGENSKAPER	51
4.1. Material och metoder	51
4.1.1. Kornstorleksdiagram och volymsdiagram. Engelsk översättning (<i>English translation of terms and symbols in diagrams</i>)	53
4.2. Resultat - Beskrivning av profilerna	54
5. GYTTJESUBSTANSENS INVERKAN PÅ JORDENS EGENSKAPER	83
5.1. Gyttjans karakteristiska beståndsdelar	83
5.2. Gyttejehalt	83
5.3. Gyttejans egenskaper	86
5.4. Gyttejord eller mineraljord med hög mullhalt?	89
6. KALKENS INVERKAN PÅ GYTTJEJORDARNAS EGENSKAPER OCH SAMMANSÄTTNING	90
6.1. Inledning	90
6.2. Försöksjordar	90
6.3. Analyser	90
6.4. Resultat	91
6.5. Diskussion	97
7. UTVÄRDERING AV PROJEKTET OCH FÖRSLAG TILL FORTSATTA UNDERSÖKNINGAR	100
8. SAMMANFATTNING	101
9. SUMMARY	102
10. LITTERATURFÖRTECKNING	104

1. GYTTJEJORDARTERNAS BILDNING OCH INDELNING

Gyttja är en blandning av biogent och minerogent material, samt ler- och humuskolloider och en del kemiska utfällningar. Den avsätts som sediment i sjöar och havsvikar där vattendjupet är ganska ringa men växt- och djurlivet rikt.

Gyttjejordar är ett vidare samlingsbegrepp omfattande alla s k **gyttjejordarter**, bildade i skilda avsättningsmiljöer och av olika beståndsdelar. Vanligen bildas gyttja i lugna havsvikar, laguner och små sjöar med klart vatten rikt på näringssalter. Gyttjejordarna kan grovt indelas efter mängden organiskt material i: **gyttja** (glödförlust >30 %), **lergyttja** (30-6 %) och **gyttjelera** (3-6 %)(Jordartsnomenklatur, 1953).

Den organiska komponenten i gyttjorna kallas för **detritus** och består av mer eller mindre förmultnade växt- och djurrester. Efter förmultningsgraden och avsättningsmiljön indelas den i **grovdetritus** och **findetritus**.

Grovdetritusgyttja eller strandgyttja är bildad av ofullständigt nedbrytna rester efter organismer och växter som lever i strandzonen. Innehåller rikligt med frön av vattenväxter, insektsrester, snäckskal, pollen, sporer och mikroalger (plansch 3.1). Färgen är i vått tillstånd grönbrun, i torrt ljusgrå. De finkornigare typerna är något elastiska och geléaktiga.

Findetritusgyttja eller sjögyttja bildas längre ut från stranden, vanligen på djupare vatten. Den består av en homogen, elastisk, pudding-liknande massa, vanligen med grönaktig (olivgröngrå) färg. De organiska resterna är nedbrutna till mycket små partiklar eller nästan helt upplösta. Den elastiska konsistensen beror på mängden ingående mikroalger. Utgörs mikroalgerna huvudsakligen av typer med organiska skal (grönalger, blågröna alger, pansaralger, guldalger) ingår de i den organiska beståndsdel, är ofta ganska välbevarade och lätta att identifiera. De kan utgöra huvuddelen av den organiska komponenten. I så fall kallas gyttjan **alggyttja**, är till färgen grön- eller rödaktig (pappersgyttja, levertorv). Ifall algerna utgörs av typer med minerogena skal av biogent kisel (kiselalger = diatoméer) kallas gyttjan **diatomégyttja**. När gyttjan består nästan enbart av diatoméer kallas den **kisलगur** (diatoméjord, kiseljord). Den har gulbeige till vit färg och är mycket lätt (porös).

Kalkalger och organismer med kalkskal (musslor, snäckor) utgör vanliga beståndsdelar i gyttjan i trakter med kalkrika jordarter och havsstränder. Är kalkhalten hög kallas gyttjan **kalkgyttja** (snäckgyttja). Den kan vara vitgul, rödgul eller grönaktig i olika nyanser. När den nästan enbart består av kalk kallas den **bleke** och har vit till vitgul färg, är kornig, rik på mussel- och snäckskal, ibland trådig och rik på kransalger (Chara) s.k. chara-bleke.

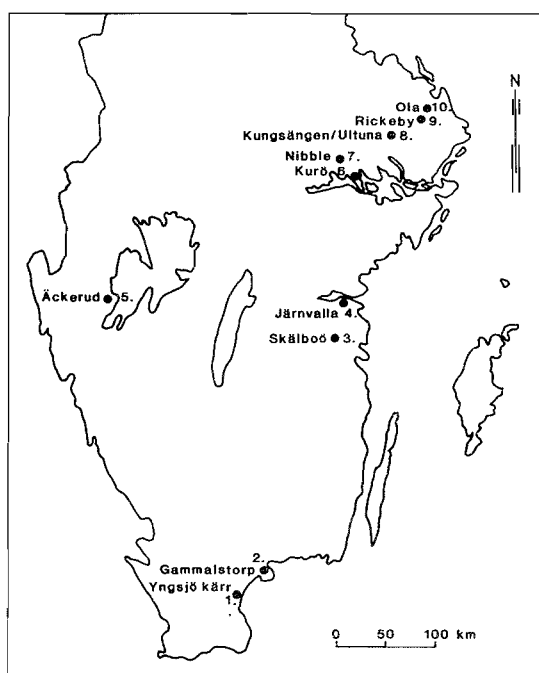
Den minerogena beståndsdel i gyttjejordarna består mest av **ler och silt**. I dessa finfraktioner ingår vittringsrester, nedkrossade bergartsmineral,

lermineral, men även **kisel- och kalkpartiklar av biogent ursprung** (kiselalger, kiselspongier, cystor med kiselskal, fytoliter, kalkalger, småfragment av snäck- och musselskal). Är det minerogena inslaget stort kallas gyttjan **gyttjelera**. Den bildas i sjö- och havsvikar. Som jordart spricker den sönder i små korn och kallas då grynlera. I **lergyttja** är det organiska innehållet högre och det minerogena utgörs ofta av alger med minerogena skal. Det är svårt att i fält kunna avgöra gränserna mellan de olika gyttjejordarterna, då det oftast förekommer övergångsformer.

I gyttjejordarter ingår även kemiska utfällningar, lerkolloider, humuskolloider och pigmentämnen. Till de vanligaste utfällningarna hör järnhydroxider (limonit, sjömalm, järnockra), svaveljärn (svartlera, svartmocka) och kalciumkarbonat (travertin, kalktuff). Ler- och humuskolloider, samt pigmentämnen bildas i samband och efter avsättning av gyttjesediment. De frigörs eller nybildas i samband med nedbrytning och nedkrossning av minerogent och biogent material.

2. BESKRIVNING AV LOKALERNA

Projektet omfattar 10 huvudområden. Inom varje område har ett odlat fält (huvudlokal) undersökts, samt vanligen en sk referenslokal. Referensen behövs för att kunna jämföra det aktuella odlingsfältets gyttjejordart med sedimentationsbäckenets eller områdets naturliga jordarter och deras bildningshistoria. Huvudlokalerna är belägna i sydöstra Sverige, där förekomst av gyttjejordar hör nära samman med Östersjöbäckenets utvecklingshistoria (fig 2.1). Enda undantaget är lokal nummer 5, Äckerud belägen i Vänerbäckenet, sydvästra Sverige. Varje huvudlokal med tillhörande referenslokal beskrivs i nummerföljd med början söderifrån.



Figur 2.1.Karta över undersökningslokalernas (1-10) läge.

Figure 2.1. Location map of sites (1-10) investigated.

Lokal 1. Yngsjökärr, Kristianstads län.

Topografiskt kartblad: 2 D Tomelilla NO/2 E Simrishamn NV

Huvudlokal: Yngsjökärr åker, försöksfält inom invallat och dränerat strandkärr, höjd över havsytan 0-5 m, belägen ca 4 km OSO om Vittskövle och ca 1,5 km V om nuvarande havstrand (fig 2.2).

Geografiskt läge: longitud $14^{\circ}14'$, latitud $55^{\circ}51'$.

Provtagen 1982, 1984, 1985 (från grävd grop 0- 55 cm, borrhärna från bp 1: 50-141 cm, bp 2: 250-300 cm, bp 3: 50-325 cm).

Registrerade prov MPL/SGU 139 + 4 C14-prov (diariernr MPL 11 826, 11 827, 14 311 - 14 346, 14 407 - 14 426, 15 387 - 15 397, 16 595 - 16 664).

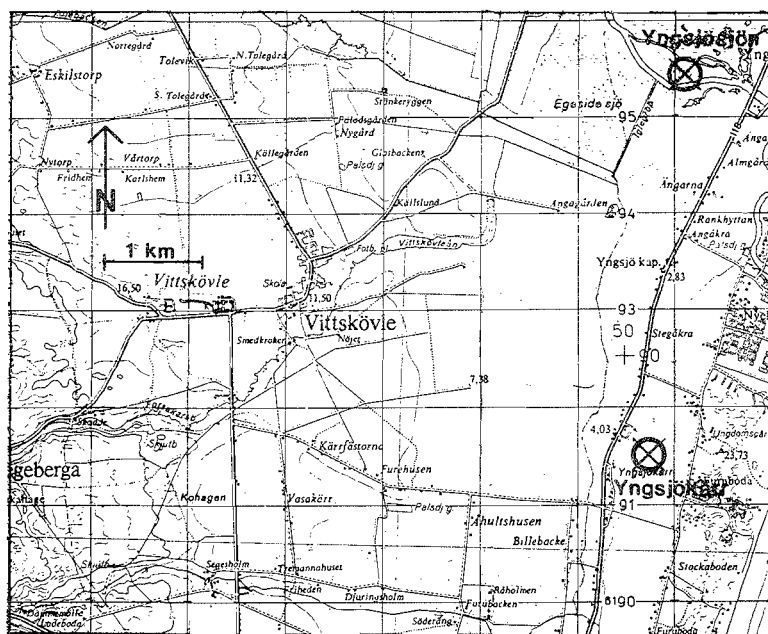
Referenslokal: starrkärr vid Yngsjösjön, höjd över havet 0-5 m, belägen ca 4 km N om huvudlokalen.

Geografiskt läge: longitud $14^{\circ}13'$, latitud $55^{\circ}56'$.

Provtagning 1984 (borrhärna 15-163 cm).

Registrerade prov MPL/SGU 56 (diariernr MPL 14 347 - 14 402).

Summa prov från Yngsjö-området: 195 st.



Figur 2.2. Läget för huvudlokal Yngsjökärr åker och referenslokal Yngsjösjön. Topografiskt kartblad 2D Tomelilla NO/2E Simrishamn NV.

Figure 2.2. Location of the main site Yngsjökärr åker and the reference site at Lake Yngsjösjön. Topographic map sheet 2D Tomelilla NO/2E Simrishamn NV.

Lokal 2. Gammalstorp, Blekinge län.

Topografiskt kartblad: 3 E Karlshamn S0

Huvudlokal: Gammalstorp åker, försöksfält inom invallat sjöområde (Vesan), höjd över havet 0-5 m, belägen ca 400 m VNV om Gammalstorps kyrka och ca 3 km SV om Norje (fig 2.3).

Geografiskt läge: longitud $14^{\circ}38'$, latitud $56^{\circ}07'$.

Provtagen 1982 och 1984 (grävd grop 0-55 cm, borrhärna 50-350 cm).

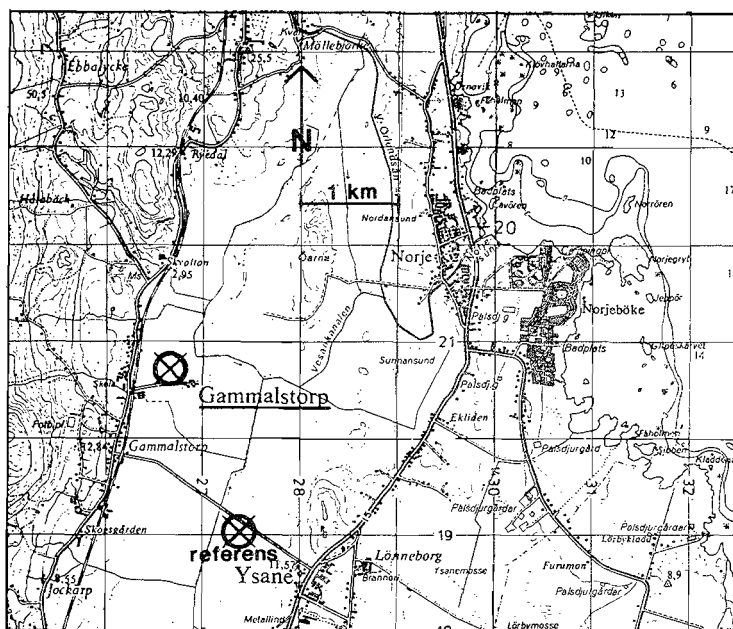
Registrerade prov MPL/SGU 127 (dnr MPL 11 823 - 11 825, 14 427 - 14 553).

Referenslokal: Gammalstorp referens, skogbeväxt, liten kärrensänka, belägen inom Vesan-området ca 2 km SSO från huvudlokalen.

Geografiskt läge: longitud $14^{\circ}38'$, latitud $56^{\circ}06'$.

Provtagen 1985 (borrkärna 0-300 cm). Registrerade prov MPL/SGU 85 (diarienumr MPL 16 510 - 16 594).

Summa prov från Gammalstorp-området: 212 st.



Figur 2.3. Läget för huvudlokal Gammalstorp åker och referenslokal Gammalstorp. Topografiskt kartblad 3E Karlshamn SO.

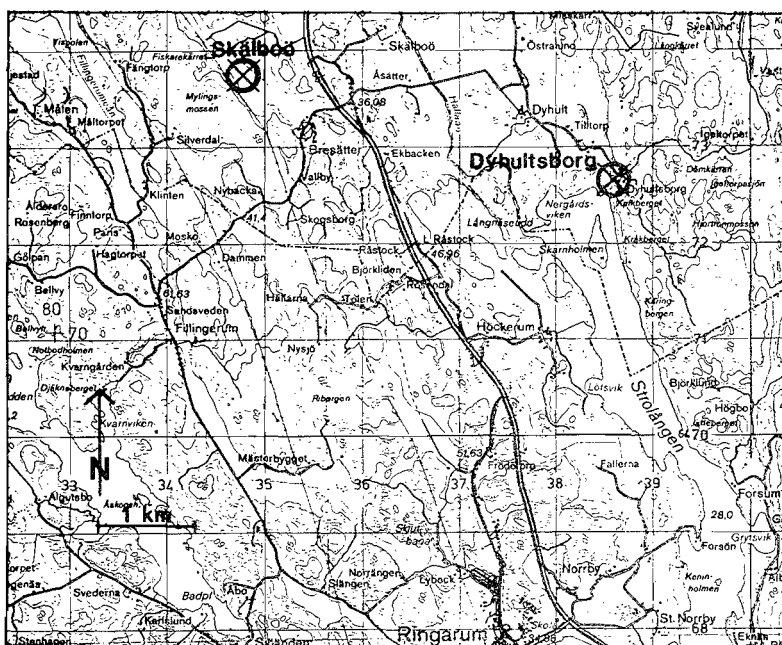
Figure 2.3. Location of the main site Gammalstorp åker and the reference site Gammalstorp. Topographic map sheet 3E Karlshamn SO.

Lokal 3. Skälboö, Östergötlands län.

Topografiskt kartblad: 8 G Norrköping N0.

Huvudlokal: Skälboö åker, försöksfält, höjd över havet 25-30 m, belägen ca 1 km VNV från Skälboö hållplats och ca 6 km NNV från Ringarum (fig 2.4).

Geografiskt läge: longitud $16^{\circ}24'$, latitud $58^{\circ}24'$.



Figur 2.4. Läget för huvudlokal Skälboö åker och referenslokal Dyhultsborg. Topografiskt kartblad 8G Norrköping N0.

Figure 2.4. Location of the main site Skälboö åker and the reference site Dyhultsborg. Topographic map sheet 8G Norrköping N0.

Provtagen 1984 och 1987 (grävd grop 0-120 cm, borrhärna 115-165 cm, samt 3 grävda gropar 0, A, AC för kalkningsförsök 0-45 cm).

Registrerade prov MPL/SGU 65 (diariernr MPL 15 056 - 15 090, 18 416 - 18 442).

Referenslokal: Dyhultsborg, strandkärr vid N-ändan av sjön Strolängen, 28 m ö h, belägen ca 4 km OSO från huvudlokalen och ca 5 km N om Ringarum.

Geografiskt läge: longitud 16°28', latitud 58°23'.

Provtagen 1984 (borrhärna 0-200 cm). Registrerade prov MPL/SGU 80 (diariernr MPL 14 554 - 14 633).

Summa prov från Skälboö-området: 145 st.

Lokal 4. Järnvalla, Östergötlands län.

Topografiskt kartblad: 8 G Norrköping NO.

Huvudlokal: Järnvalla åker, försöksfält ca 500 m O om Stora Järnvalla gård, höjd över havet 10-15 m, belägen ca 3 km NNO om Östra Husby (fig 2.5).

Geografiskt läge: longitud 16°36', latitud 58°07'.

Provtagen 1982 (SLU), 1984, 1985, 1987 (grävd provgrop 0-100 cm, borrhärna 100-200 cm, 2 gropar, 0 och A, grävda för kalkningsförsök 0-40 cm). Registrerade prov MPL/SGU 69 (diariernr 11 823 - 11 825, 14 634 - 14 659, 15 032 - 15 055).

Referenslokal: Järnvalla referens. Belägen i kanten av samma sedimentationsbäcken som försöksfältet, 10-15 m ö h, ca 100 m V om provgropen och 400 m O om Stora Järnvalla gård. Geografiskt läge ungefär som huvudlokalen. Provtagen 1985 (grävd grop 0-75 cm). Registrerade prov MPL/SGU 15 (diariernr MPL 16 495 - 16 509).

Inom Järnvalla-området har ytterligare 4 referenslokaler provtagits för klarläggande av strandförskjutningen och bättre kännedom om avsättningsmiljön för traktens gyttjejordar.

Ingaland. Fattigkärr ca 1 km S om Järnvalla. Höjd över havet 25-30 m.

Geografiskt läge: longitud 16°36', latitud 58°35'.

Provtagen 1987 (borrhärna 70-120 cm med transgressionslagerföljd).

Registrerade prov MPL/SGU 12 (diariernr MPL 18 491 - 18 502).

Lilla Tväggestad. Välavgränsat rikkärr ca 500 m NNV om föregående. Höjd över havet 20-25 m.

Geografiskt läge ungefär samma som Ingaland.

Provtagen 1987 (borrhärna 12-62 cm med laminerad lergyttja). Registrerade prov MPL/SGU 11 (diariernr 18 503 - 18 513).

Myckelsätter. Kärr ca 3 km ONO om Järnvalla. Höjd över havet 15-20 m.

Geografiskt läge: longitud 16°39', latitud 58°37'.

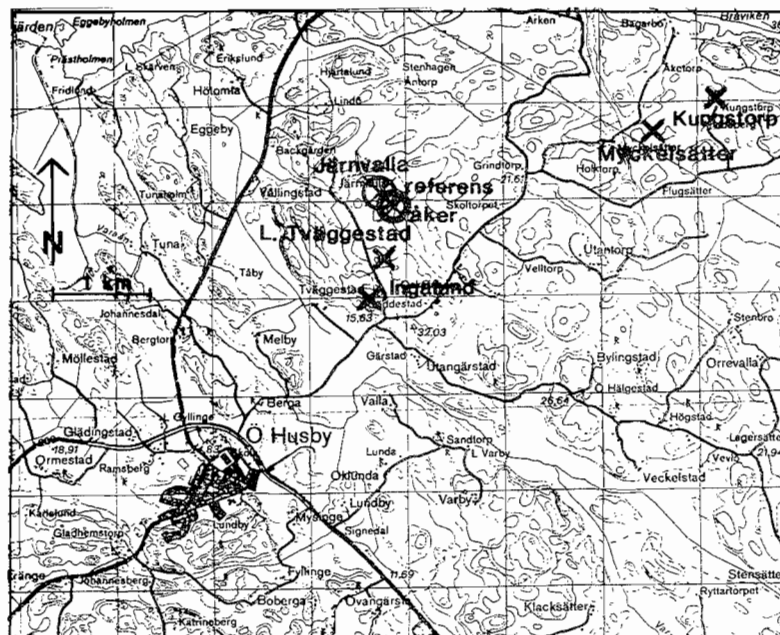
Provtagen 1987 (borrhärna 30-80 cm, samt 0-100 cm. Registrerade prov MPL/SGU 33 + 1 C14-prov (diariernr MPL 18 459 - 18 490).

Kungstorp. Litet Calla-kärr ca 700 m NO om Myckelsätter. Höjd över havet

10-15 m (ev högre).

Geografiskt läge ungefär som Myckelsätter. Provtagen 1987 (borrkärna 20-50 cm). Registrerade prov MPL/SGU 6 (diariennr MPL 18 514 - 18 519).

Summa prov från Järnvalla-området: 146 st.



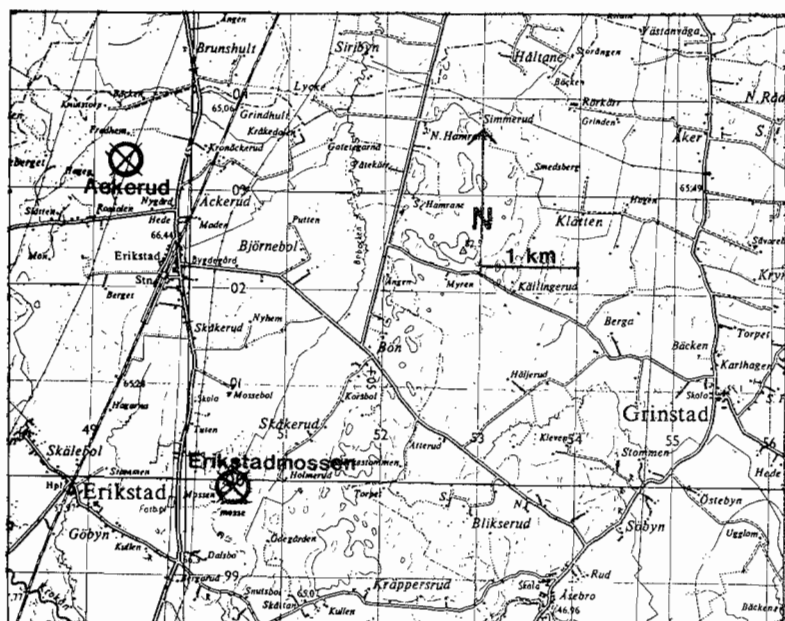
Figur 2.5. Läget för huvudlokal Järnvalla åker och referenslokalerna Järnvalla referens, Ingalund, Lilla Tväggestad, Myckelsätter och Kungstorp. Topografisk kartblad 8G Norrköping NO.

Figure 2.5. Location of the main site Järnvalla åker and the reference sites Järnvalla referens, Ingalund, Lilla Tväggestad, Myckelsätter and Kungstorp. Topographic map sheet 8G Norrköping NO.

Lokal 5. Åkerud, Älvsborgs län.

Topografiskt kartblad: 9 C Mellerud SV

Huvudlokal: Åkerud åker, försöksfält beläget 1,2 km VNV om Åkerud och 1,5 km NNV om Erikstad jvstn. Höjd över havet 60-65 m (66,4 m) (fig 2.6).



Figur 2.6. Läget för huvudlokal Åkerud åker och referenslokal Erikstad mossen (Svartemosse). Topografiskt kartblad 9C Mellerud SV.

Figure 2.6. Location of the main site Åkerud åker and the reference site Erikstad mossen (Svartemosse). Topographic map sheet 9C Mellerud SV.

Geografiskt läge: longitud 12°25', latitud 58°38'.

Provtagen 1984 (grävd grop 0-100 cm, samt 30 cm ca 10 m från gropen). Registrerade prov: MPL/SGU 11 (diariennr MPL 14 247 - 14 257).

Referenslokal: Erikstadmossen (Svartemosse). Kärr med öppet vatten i NV-delen av Svartemosse. Belägen ca 4 km SSO om huvudlokalen och 1,5 km O om Erikstads jvstn. Höjd över havet 55-60 m.

Geografiskt läge: longitud 12°26', latitud 58°35'.

Provtagen 1984 (borrkärna 0-200 cm). Registrerade prov MPL/SGU 180 + 7 C14-prov (diariennr MPL 14 171 - 14 246).

Summa prov från Åckerud-området: 191 st.

Lokal 6. Kurö, Västmanlands län.

Topografiskt kartblad: 11 H Enköping SV

Huvudlokal: Kurö åker, försöksfält inom invallat område vid NV-stranden av Oxfjärden, Mälaren, ca 4 km NO om Ängsö slott. Höjd över havet 0-5 m (fig 2.7).

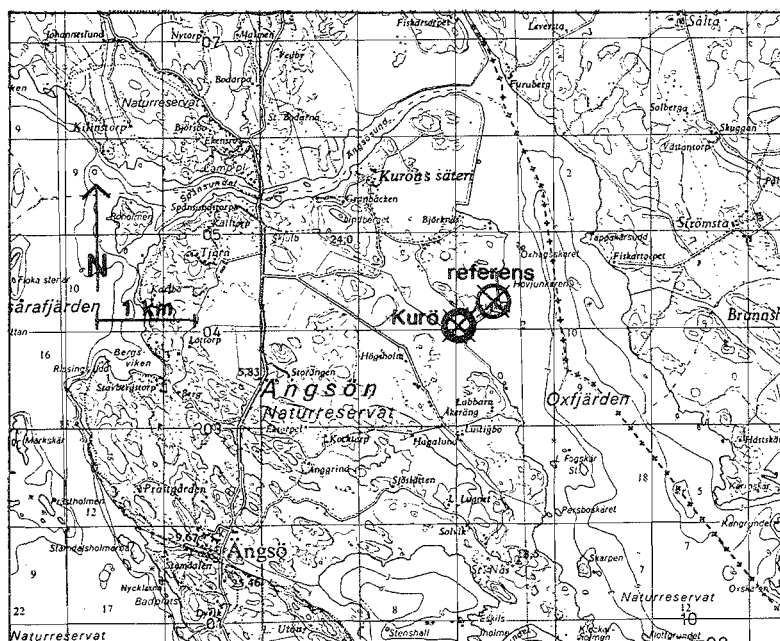
Geografiskt läge: longitud 16°54', latitud 59°33'.

Provtagen 1982 (SLU), 1984 (grävd grop 0-100 cm, borrkärna 100-200 cm). Registrerade prov: MPL/SGU 55 (diariennr MPL 11 830, 11 831 och 15 091 - 15 143).

Referenslokal: Kurö referens, belägen utanför invallningen N om Askskär vid Mälaren, ca 400 m NO om huvudlokalen. Höjd över havet 0-5 m. Geografiskt läge: longitud 16°55', latitud 59°33'.

Provtagen 1984 (borrkärna 0-150 cm). Registrerade prov: MPL/SGU 60 (diariennr MPL 15 144 - 15 144 - 15 203).

Summa prov från Kurö-området: 115 st.



Figur 2.7. Läget för huvudlokal Kurö åker och referenslokal Kurö referens. Topografiskt kartblad 11H Enköping SV.

Figure 2.7. Location of the main site Kurö åker and the reference site Kurö reference. Topographic map sheet 11H Enköping SV.

Lokal 7. Nibble, Västmanlands län.

Topografiskt kartblad 11 H Enköping SV.

Huvudlokal: Nibble åker, försöksfält 160 m SV från invallningen vid Lillån, ca 3 km NNV om Tortuna station. Höjd över havet 20–25 m (fig 2.8).

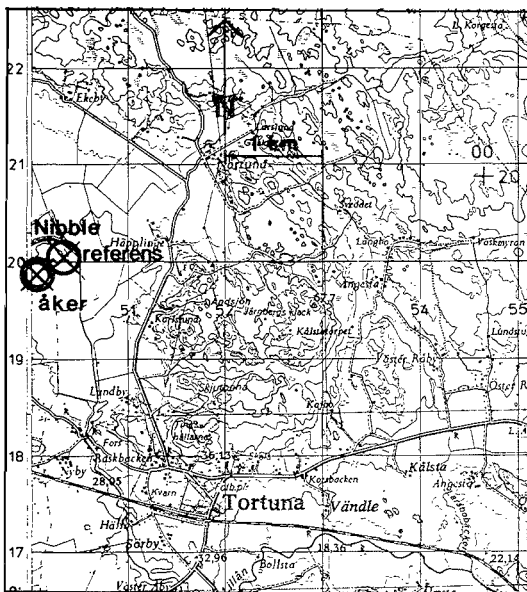
Geografiskt läge: longitud $16^{\circ}42'$, latitud $59^{\circ}42'$.

Provtagen 1984 (grävd grop 0-120 cm). Registrerade prov MPL/SGU 13 (diarie-nr MPL 14 298 - 14 310).

Referenslokal: Nibble referens närmast invallningen vid Lillån, ca 200 m NO om provgropen i försöksfältet. Geografiskt läge som ovan.

Provtagen 1984 (från botten av schaktat dike borrhärna 95-195 cm). Registrerade prov MPL/SGU 40 (diarenr 14 258 - 14 297).

Summa prov från Nibble-området: 53 st.



Figur 2.8. Läget för huvudlokal Nibble åker och referenslokal Nibble referens. Topografisk kartblad 11H Enköping SV.

Figure 2.8. Location of the main site Nibble åker and the reference site Nibble reference. Topographic map sheet 11H Enköping SV.

Lokal 8. Kungsängen/Ultuna, Uppsala län.

Topografiskt kartblad 11 I Uppsala NV.

Huvudlokal: Kungsängen/Ultuna åker, försöksfält på Kungsängen, ca 600 m SV om Lilla Ultuna och ca 3 km N om SLU, Ultuna. Höjd över havet 0-5 m (fig 2.9).

Geografiskt läge: longitud $17^{\circ}40'$, latitud $59^{\circ}50'$.

Provtagen 1982 (SLU) och 1985 (grävd grop 0-75 cm, borrhärna 70-170 cm). Registrerade prov: MPL/SGU 35 (diarienr 16 390 - 16 423).

Referenslokal: Järbo åsgrop, belägen på Uppsalaåsen 300 m N om Järbo, ca 1 km NNV om Ultuna (SLU) och ca 2 km S om försöksfältet på Kungsängen. Höjd över havet cirka 20 m (Järnefors 1958).

Geografiskt läge: longitud $17^{\circ}40'$, latitud $59^{\circ}49'$.

Provtagen 1985 (borrhärna 0-350 cm). Registrerade prov MPL/SGU 71 (diarienr MPL 16 424 - 16 492).

Summa prov från Kungsängen/Ultuna-området: 106 st.



Figur 2.9. Läget för huvudlokal Kungsängen/-Ultuna åker och referenslokal Järbo åsgrop. Topografiskt kartblad 11I Uppsala NV.

Figure 2.9. Location of the main site Kungsängen/Ultuna åker and the reference site Järbo åsgrop. Topographic map sheet 11I Uppsala NV.

Lokal 9. Rickeby, Uppsala län.

Topografiska kartbladet 11 I Uppsala NO.

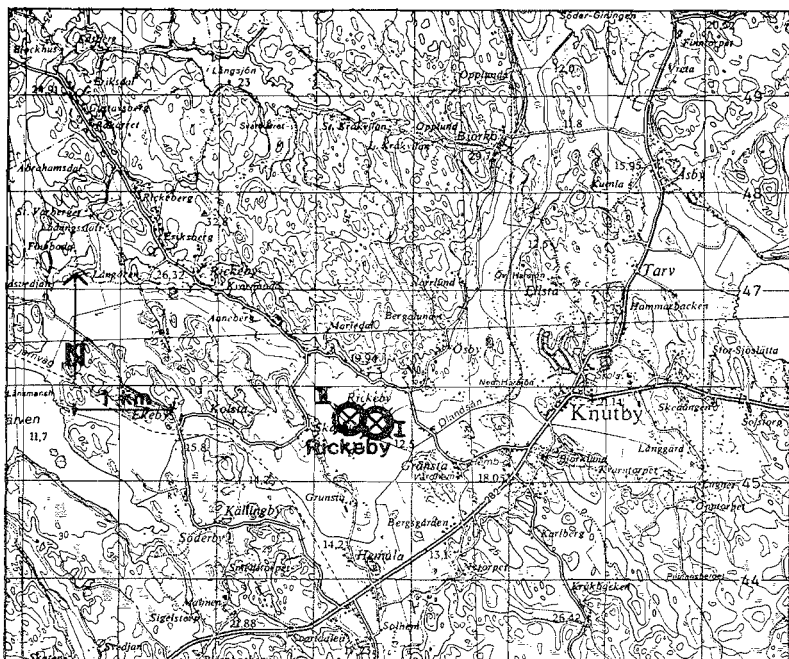
Huvudlokal: Rickeby åker I och II, försöksfält i Olandsåns dalgång ca 2 km V om Knutby. Höjd över havet 10-15 (10-12) m (fig 2.10).

Geografiskt läge: longitud 17°08', 59°33'.

Provtagen 1982 (SLU) och 1985 (grävd grop 0-70 cm, borrhärna 60-160 cm).

Registrerade prov: MPL/SGU 48 (diarietnr 11 828 - 11 829, 16 719 - 16 750).

Referenslokal: samma som Lokal 10. OLA (Vällen), se nedan (fig 2.11).



Figur 2.10. Läget för huvudlokal Rickeby åker I och II. Topografiskt kartblad 11I Uppsala NO. (Referenslokal sjön Vällen, se fig 2.11).

Figure 2.10. Location of the main site Rickeby åker I and II. Topographic map sheet 11I Uppsala NO. (Reference site Lake Vällen, see Fig. 2.11).

Lokal 10. Ola, Uppsala län.

Topografiskt kartblad 12 I Östhammar S0.

Huvudlokal: Ola åker I och II, försöksfält i Olandsåns dalgång, ca 2 km NNV om Bladåker. Höjd över havet 5-10 m (fig 2.11).

Geografiskt läge: longitud $18^{\circ}15'$, latitud $60^{\circ}02'$.

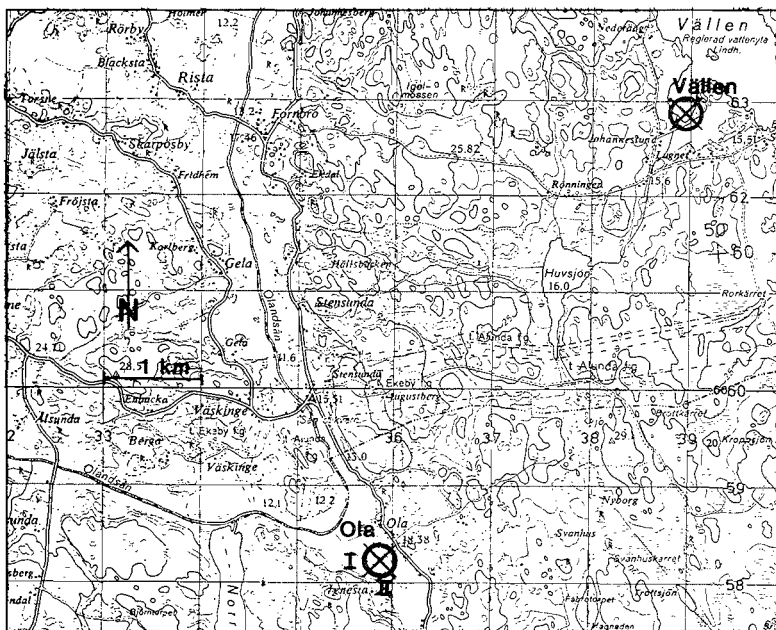
Provtagen 1982 (SLU) och 1985 (grävd grop 0-90 cm, borrhärna 85-185 cm).

Registrerade prov MPL/SGU 51 (diariernr 11 830 - 11 839, 16 678 - 16 718).

Referenslokal: sjön Vällén, viken närmast Johanneslund, ca 6 km NO om försöksfältet vid Ola. Sjöytans höjd över havet 13 m.

Provtagen 1986 (borrning från isen, borrhärna 150-350 cm vattendjup 150 cm, samt fryst borrhärna 0-40 cm). Registrerade prov MPL/SGU 142 (diariernr MPL 16 799 - 16 901).

Summa prov från Ola-området: 193 st.



Figur 2.11. Läget för huvudlokal Ola åker och referenslokal sjön Vällén. Topografiskt kartblad 12 I Östhammar S0.

Figure 2.11. Location of the main site Ola åker and the reference site lake Vällén. Topographic map sheet 12I Östhammar S0.

Totalt har vid MPL/SGU registrerats 1453 prov insamlade i samband med SJFR/SLU/SGU:s forskningsprojekt "Gyttjejordar". I tabell 2.1 redovisas provtagna lokaler, antal registrerade prov och utförda analyser inom varje analystyp.

Tabell 2.1. Sammanställning av inom "Gyttjejords-projektet" provtagna lokaler, samt antal registrerade prov vid MPL/SGU, Uppsala och utförda analyser inom varje analystyp

Table 2.1. Sampling sites of the "Gyttja soils project", number of samples registered at MPL/SGU, Uppsala, type of analysis and number of analyses carried out

Lokal Site	Antal prov No of samples	Analystyp/Type of analysis				
		Struktur	Diatomé		Pollen	C-14
		Fine-comp.	Diatom		Pollen	C-14
			Kvant Quant	Kval Qual		
1. YNGSJÖKÄRR åker	139	14	15		27	4
ref Yngsjösjön	56					
2. GAMMALSTORP åker	127	12	7			
" ref	85	12			12	
3. SKÄLBOÖ åker	65	11		12		
" " kalk	27	21				1
ref Dyhultsborg	80	14	8	4	21	
4. JÄRNVALLA åker	69	8	7			
" " kalk	24	11				
" ref	15	8				
ref Ingalund	12					
ref Lilla Tväggestad	11					
ref Myckelsätter	33					1
ref Kungstorp	6					
5. ÄCKERUD åker	11	10		9		
ref Erikstads mossen	180	4	11		24	7
6. KURÖ åker	55	7		7		
" ref	60					
7. NIBBLE åker	13	7	6	3		
" ref	40		7			
8. KUNGSÄNGEN/ULTUNA åker	35	15		7		
ref Järbo	71	12		8	21	
9. RICKEYBY åker I och II	46	17	5	5		
10. OLA åker I och II	51	13		7		
ref Vällan	142	22 (5)		6	4	
Summa:	1453	218 +5	66	68	109	13

3. GYTTJEJORDARNAS SAMMANSÄTTNING

Gyttjornas sammansättning, bildningsmiljö och ålder har undersökts med olika paleoekologiska och stratigrafiska metoder. De analysmetoder har valts som har förutsättningar att kunna beskriva och tolka de olika miljöaspekterna i samband med gyttjejordars sammansättning. Avsikten har varit att studera de naturliga orsakerna, miljöbakgrunden och avsättningsmiljön, för gyttjejordars skiftande sammansättning och odlingsegenskaper. Nedan följer kortfattade beskrivningar av tillämpade metoder (3.1), samt utförda analys-typer för varje lokal med resultaten presenterade i form av diagram och tabeller (3.2).

3.1. Tillämpad metodik

Analystyper som tillämpats är: struktur-, diatomé-, pollen- och C14-analys, samtliga nödvändiga för rekonstruktion av paleomiljöer, samt åldersbestämning.

Strukturanalys. Preparat av naturfuktiga prov analyseras i mikroskop med avseende på deras relativa (ytmassiga) innehåll av finfraktionens olika beståndsdelar, såväl minerogena som biogena (Lundqvist, 1927; Fjaerdingstad, 1954; Miller et al, 1979; Berglund, 1986). Mineralpartiklar (silt- och lerfraktionen) skiljs ut från organiska rester av växter och djur, såsom detritus, mikroalger, pollen, sporer och kolpartiklar. Mikroskoperingen sker vid ca 400 X förstoring. Mätningen utförs med okularmikrometer i ett antal (10 resp 25) olika lägen jämnt fördelade över preparatet. Partiklar under mätskalan räknas och antecknas i följande grupper:

Mineralkorn:

- a) mineralkorn >1 delstreck (huvudsakligen silt)
- b) mineralkorn <1 delstreck (huvudsakligen ler)

Detritus (ev oigenkännbara flockar inkluderade):

- c) detritus >1 delstreck; d) detritus <1 delstreck

Mikrofossil med organiska skal (mer eller mindre plastiska):

- e) pollen och sporer; f) alger, algsporer och cystor

Mikrofossil med hårda skal (mest boigent kisel):

- g) diatoméer; h) spongienålar; i) cystor (chrysophycéer)

Övriga partiklar:

- j) kolpartiklar, inkl sotsfärer (Renberg, 1984 och 1986)
- k) övrigt, mest kiselpartiklar i växter, fytoliter s k "växtstenar" (Rovner, 1971; Powers & Gilbertson, 1987; Piperno, 1988).

De relativa frekvenserna i % för de olika komponenterna presenteras i diagramform. Plansch 3.1 visar ett urval av partiklar och mikrofossil som bildar gyttjejordars minerogena och biogena/organogena delar.

Diatoméanalys. De i gyttjejordarna vanligen rikligt förekommande skalen av mikroskopiska kiselalger bestämmes taxonomiskt, räknas och därefter indelas i olika ekologiska grupper (Lundqvist & Thomasson, 1923; Halden, 1935; Lundqvist, 1942; Florin, 1973). Därmed kan den ursprungliga avsättningsmiljön och eventuella förändringar i denna bestämmas. Diatoméfloras sammansättning, art- och individfrekvens, samt bevaringstillstånd indikerar: salinitet, pH, näringsgrad, förorening, vattendjup, strömförhållanden, erosion, omlagring, siktdjup (Miller, 1981 och 1984; Florin, 1984; Battarbee, 1986 och 1988; Miller & Florin, 1989).

Analysen består av tre delar:

- a) preparation - anrikning av provmaterial för analys i mikroskop och tillverkning av permanenta preparat med fast inbäddningsmedel
- b) mikroskopering - artbestämning, räkning av minst 300 taxa
- c) gruppering och uträkning av %-värden, samt diagramritning

Mikroskoperingen med efterföljande räkne- och ritarbeten har varit mycket tidskrävande procedurer. Under "Gyttje-projektets" gång (1984-87) har en diatomédatabas byggts upp vid SGU. Den har nyligen använts för första gången i samband med avrapportering av försurningsundersökningar för industridepartementets räkning (Modig et al, 1989). Den har utnyttjats och testats även i samband med föreliggande rapport.

Plansch 3.2 visar ett litet urval av diatoméarter och andra kiselmikrofossil karakteristiska för gyttjejordars olika bildningsmiljöer.

Pollenanalys. Metoden används i "Gyttje-projektet" i begränsad omfattning för relativ tidsbestämning och rekonstruktion av mark-, vegetations- och klimatförhållanden som rådde vid gyttjejordarnas bildning (Iversen, 1958; Andersen, 1966 och 1969). Analysmetodiken (Faegri & Iversen, 1975) består som vid diatoméanalys av tre delar:

- a) preparation - anrikning av provmaterial för mikroskopering och tillverkning av preparat med flytande inbäddningsmedel (glycerin)
- b) mikroskopering - bestämning och räkning av pollen (minst 300 vid översiktlig analys)
- c) gruppering och uträkning av %-förhållanden mellan träd-, busk-, och ört-pollen, samt diagramritning

Plansch 3.3 visar några av de vanligaste trädpollenslagen i gyttjejordar avsatta under olika klimatperioder.

Plansch 3.1. Partiklar och mikroffossil som bildar gyttjejordars minerogena och biogena/organogena delar. Figurerna 1, 2 och 3 tagna i ljusmikroskop (LM) förstoring 200x. I övrigt LM 1000x (med undantag av fig 2c - 500x).

Plate 3.1. Particles and microfossils in gyttja soils, forming the minero-genic and biogenic/organic parts. Figs 1, 2 and 3 are taken under light microscope (LM) x200. All other figs LM x1000 (with exception of picture 2c - x500).

Fig 1a - Pollen of *Corylus avellana* (hazel, hassel).

1b - Pollen of *Tilia cordata* (lime, lind).

1c - *Epithemia turgida* v. *westermanni* - common diatom species living as an epiphyte in the shallow littoral zone with slightly brackish water.

Fig 2a - *Grammatophora oceanica* - diatom species living as an epiphyte on sandy bottoms in shallow, salt- to brackish water.

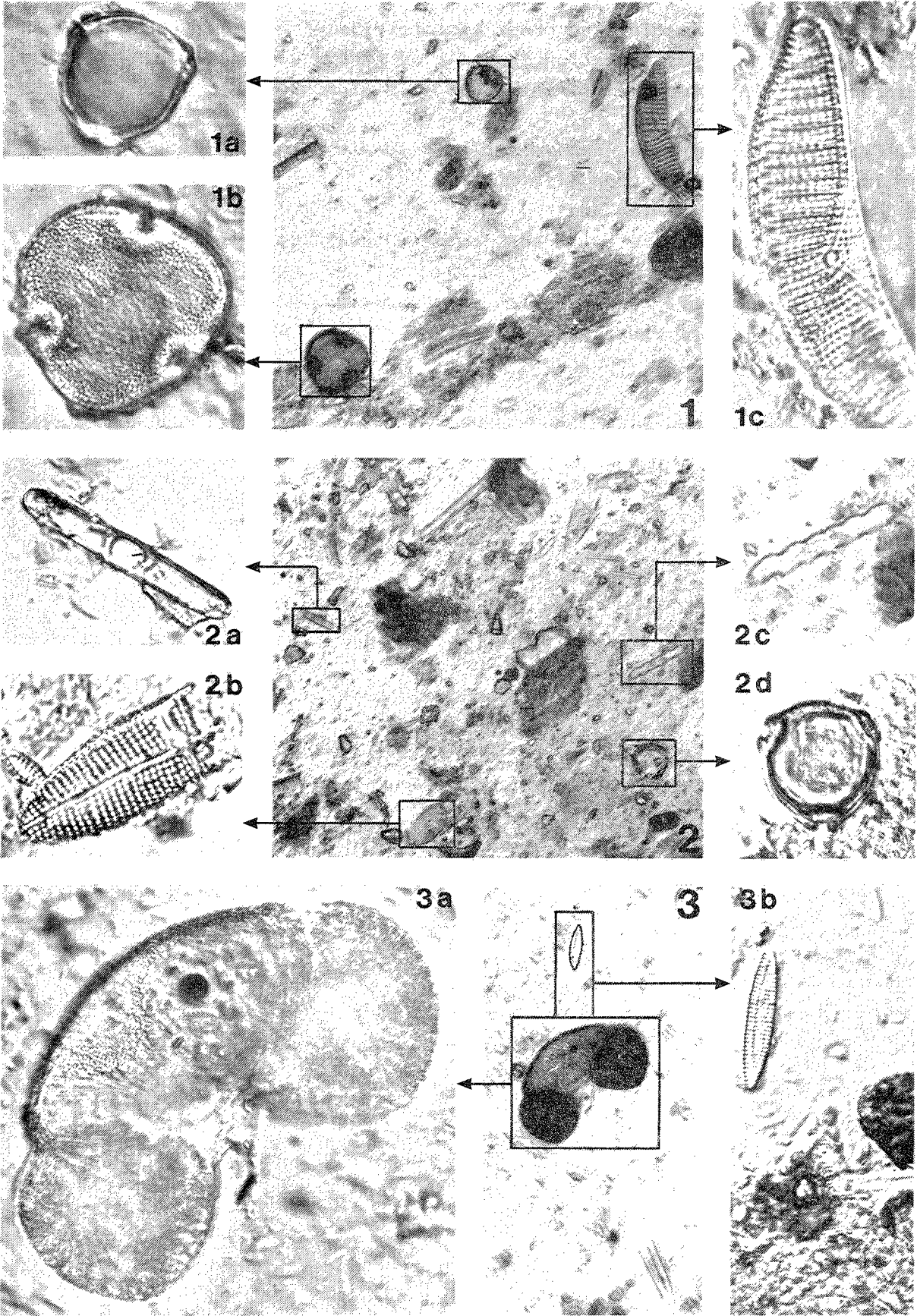
2b - *Achnanthes brevipes* - brackish-water diatom species common as an epiphyte in shallow water.

2c - Phytolith (fytolit), elongate, undulate "plant stone" of compact biogenic silica (500x).

2d - *Betula* (birch, björk) pollen.

Fig 3a - *Pinus* (pine, tall) pollen.

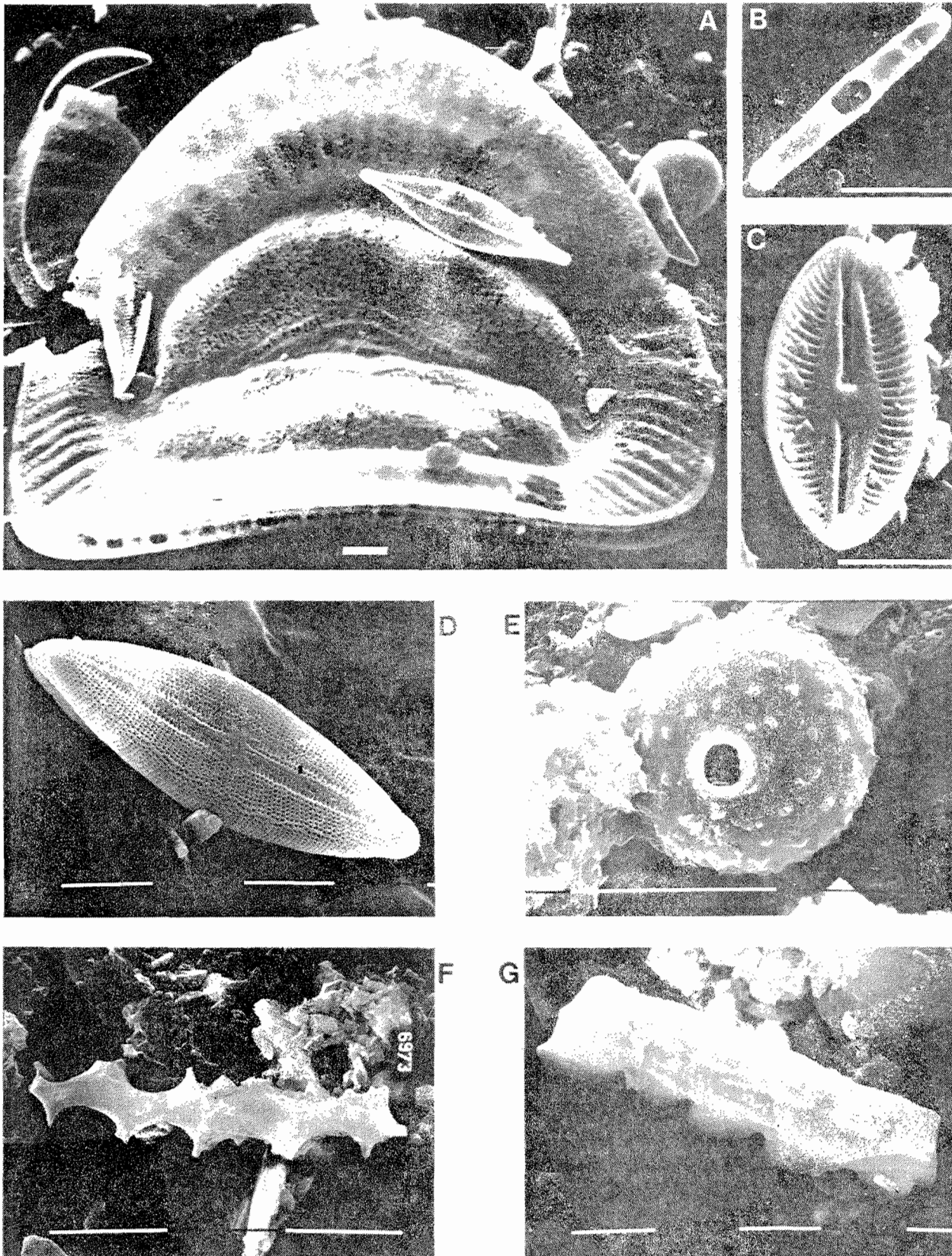
3b - *Fragilaria* genus, a diatom genus common in shallow aerobic fresh- or slightly brackish water in the littoral zone.



Plansch 3.2. Diatoméarter och andra mikroffossil av biogent kisel är indikatorer för gyttjejordars bildningsmiljöer. Svepelektron mikroskop, SEM (Cambridge, SGU och Philips, SU). Vitt streck = 10 mikron.

Plate 3.2. Diatom species and other microfossils of biogenic silica are indicators of the depositional environment of gyttja soils. Scanning electron microscope (SEM) micrographs. White bar = 10 microns.

- A. *Campylodiscus clypeus* - characteristic species in brackish lagoons at the isolation from the sea.
- B. *Grammatophora oceanica* and
- C. *Diploneis smithii* are epiphytes common in salt- to brackish water.
- D. *Mastogloia braunii* is a brackish water species.
- E. Siliceous cyst of Chrysophyceae.
- F. and G. Phytoliths (fytoliter).



Plansch 3.3. Några av de vanligaste trädpollenslagen (A-F) och sotpartikel/sotsfär (G). SEM mikrografier. Vitt streck = 10 mikron.

Plate 3.3. Some of the most common arboreal pollen grains and soot particle. SEM micrographs. White bar = 10 microns.

A. Pine/tall (*Pinus*),

B. Birch/björk (*Betula*),

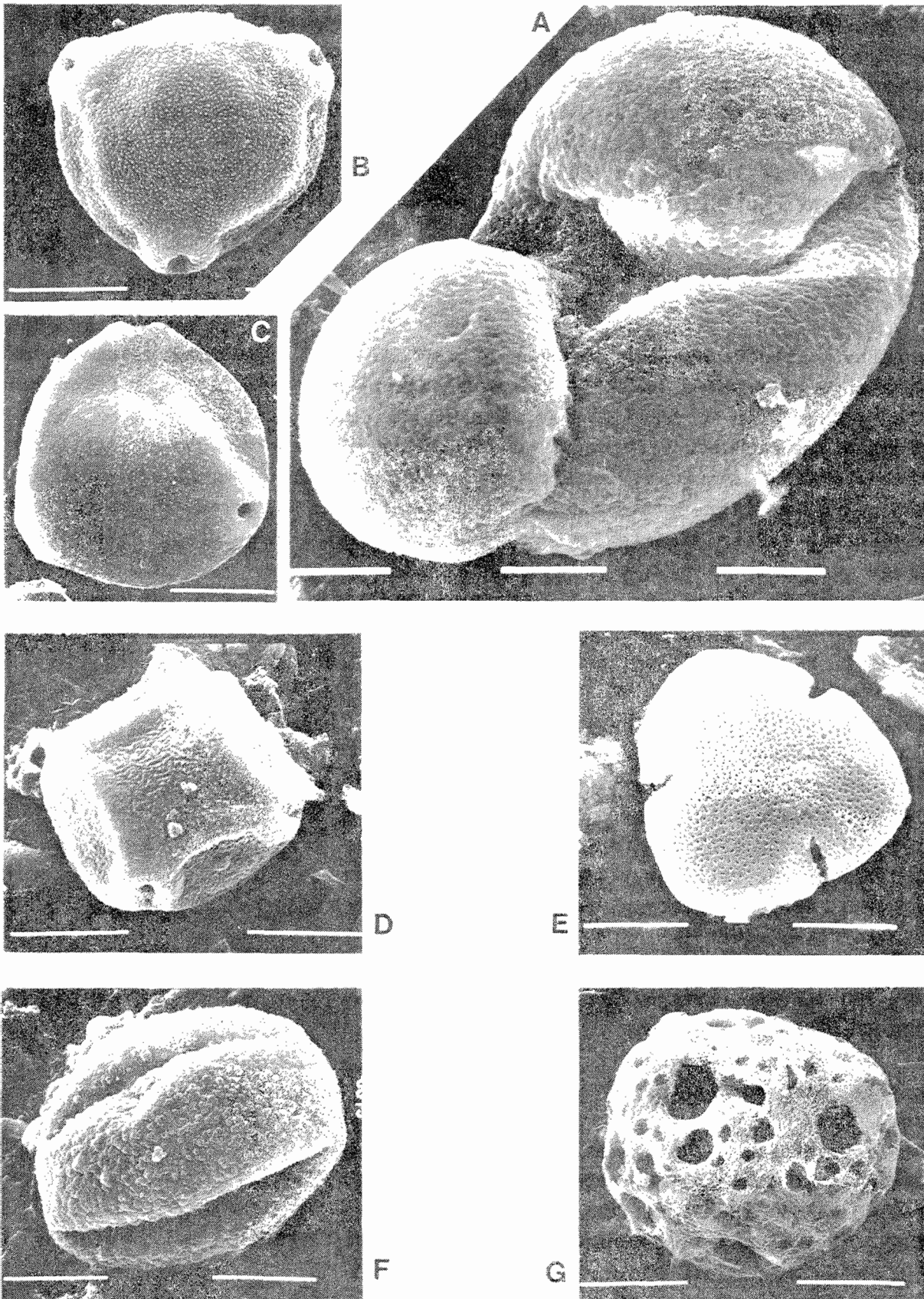
C. Hazel/hassel (*Corylus*),

D. Alder/al (*Alnus*),

E. Lime/lind (*Tilia cordata*),

F. Oak/ek (*Quercus*),

G. Soot particle/sotsfär.



C14-analys. Kol-14-datering innebär absolut åldersbestämning av organiskt (kolhaltigt) material. Beträffande gyttjejordar är det en blandning av detritussubstans, mikrofossil med organiska skal (pollen, sporer, grönalger mm) och kolpartiklar som utgör utgångsmaterialet för C14-analysen. Gyttjesediment kan innehålla olikåldrigt material (erosion från land av äldre material, bioturbation och växtrötter som bidrar med yngre material). Därutöver kan det förekomma s k reservoareffekt och skenbar ålder (Olsson, 1986). Därför måste hänsyn tagas till eventuella felkällor vid utvärdering och tolkning av erhållna C14-åldrar (Olsson, 1989). I föreliggande rapport har C14-dateringarna utförts vid Laboratoriet för isotopgeologi, Stockholm. De angivna C14-åldrarna är korrigerade för delta C-13, i övrigt okalibrerade, konventionella dateringar med halveringstid 5570 år.

3.2. Analysresultat

Resultaten redovisas lokalvis (Lokal 1 - Lokal 10). De utförda analystyperna anges för varje lokal (+ referenslokaler) och presenteras i förenklad diagramform (fig 3. 1 - 11). En sammanfattning av sammansättningen, bildningsmiljön och utvecklingen av huvudlokalens gyttjejord relateras till referenslokalens resultat. Därmed inpassas försöksfältets gyttjejord, i den mån det är möjligt, i sedimentationbäckenets eller närområdets geologi och utveckling (efter senaste istiden) med försök till ungefärlig åldersdatering.

Lokal 1. YNGSJÖKÄRR, åker (fig 3.1a)

Lagerföljd: Yngsjökärr åker, cm under markytan

- 0- 25 kärrtorv, mörk
- 25- 70 gyttja till lergyttja (diatomégyttja) ljus rostfläckig
- 70-100 gyttja till lergyttja, olivgröngrå
- 100-110 gyttja till kärrtorv med ved
- 110-125 gyttja till lergyttja
- 125-140 kärrtorv, gyttjig, sandig med ved
- 140-141 sand, gyttjig
- 141-295 gyttja till lergyttja, olivgröngrå
- 295-300 övergång gyttja/kärrtorv
- 300-315 kärrtorv, gyttjig
- 315-325 mosstorv, låghumifierad
- 325- fast botten, hårt

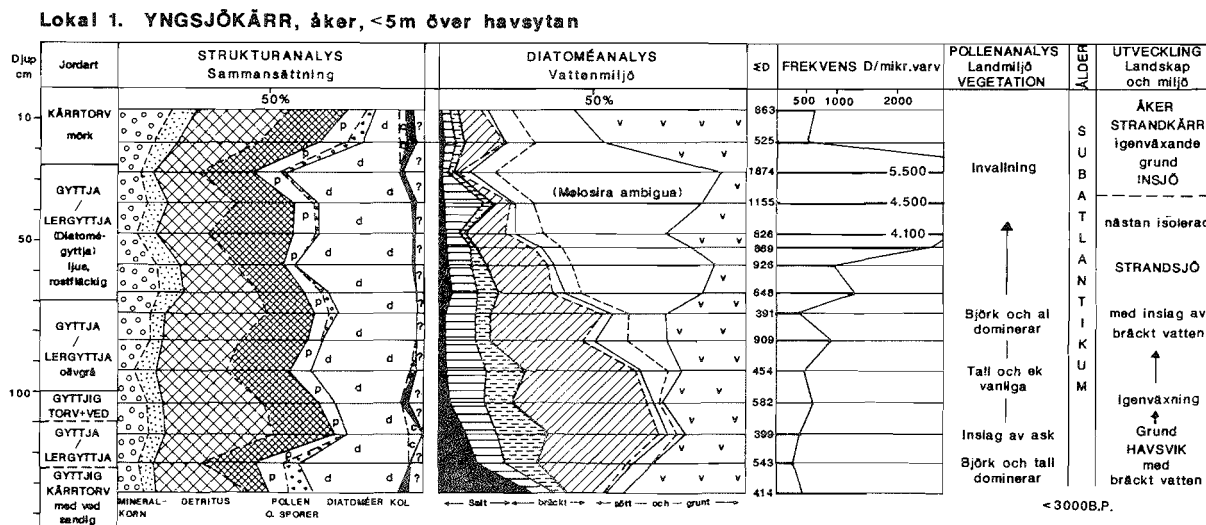
Strukturanalys: 5-135 cm, antal 14.

Diatoméanalys: 5-135 cm, antal 15.

Pollenanalys: 80-325 cm, antal 27.

C14-analys: 304-325 cm, antal 4 (St 10 778 - St 10 781).

Analyserna är redovisade i fig 3.1a, omfattande den översta delen av lagerföljden (5-135 cm). Teckenförklaring för samtliga struktur- och diatomediagram återges i fig 3.1b.



Figur 3.1a. Yngsjökärr, åker. Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé- och pollenanalysresultat.

Figure 3.1a. Yngsjökärr, åker. Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

STRUKTURANALYS

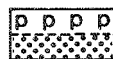
Mineralpartiklar
silt/ler
>2 / <2 mikron



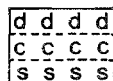
Detrituspartiklar
>2 / <2 mikron



Pollen och sporer
Cystor och algsporer
med organiska väggar



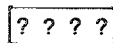
Diatoméer
Kiselcystor
Kiselspongiénålar



Kolpartiklar
inkl. sootsfärer



Övrigt
inkl. fytoliter



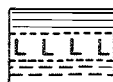
DIATOMÉANALYS

Diatoméer som lever i:

saltvatten



bräckt vatten
bräckvattenlagun
svagt bräckt vatten



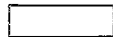
sötvatten:
tål låg salthalt



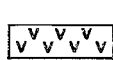
rik på mineralsalter
(Ancyclus-flora)



vanligt sötvatten



grunt vatten
sött el. svagt bräckt
Fragilaria-arter



FINE-COMPONENT ANALYSIS

Mineral particles
silt/clay
>2 / <2 microns

Detritus particles
>2 / <2 microns

Pollen and spores
Cysts and algal spores
with organic cell walls

Diatoms
Siliceous cysts
Siliceous sponge spicules

Charcoal particles
incl. soot particles

Varia
incl. phytoliths

DIATOM ANALYSIS

Diatoms living in:

salt-water

brackish water
brackish lagoon
slightly brackish water

freshwater:
indifferent to low salinity

rich in mineral salts
(Ancyclus-flora)

ordinary freshwater

shallow freshwater
or slightly brackish
Fragilaria spp.

Figur 3.1b. Teckenförklaring till struktur- och diatomédiagram.

Figure 3.1b. Key to fine-composition and diatom diagrams.

Strukturanalysen visar att mikrofossilerna utgör 35-55 % av finfraktionen. Diatoméerna är dominerande (20-40 %) i alla gyttjelager. Mineralpartiklarna når som högst ca 25%, vanligen 15 %. Resten består av detritus (35-55 %).

Diatomédiagrammet visar en kraftig dominans av sötvattendiatoméer (60-90 %). Endast i det understa provet förekommer större inslag av brackmarina arter (30 %), i övrigt varierar salt- och brackvatten-gruppen mellan 20 och 5 %. Sötvattengruppen domineras av *Fragilaria*-släktet i de undre och övre delarna (kärrtorv). Diatomégyttjan (70-25 cm) har hög frekvens av sötvattenplankton (*Melosira ambigua*).

Diatoméfrekvensen är som högst i diatomégyttjan (2500-5500 skal per mikroskopingsvarv), men även i övrigt riklig (250-1250).

Pollenanalysen visar att björk varit det dominerande trädslaget, men även tall, al och ekblandskog (ek, alm, lind, ask) är vanliga. Askpollen förekommer rikligast mellan 130 och 100 cm.

C14-analysen bekräftar att torven i undre delen av lagerföljden har bildats 6500->8000 år sedan.

Ålder: Sannolikt är sedimenten från 140 cm och uppåt mestadels avsatta under de senaste 3000 åren, huvudsakligen under subatlantikum. Det understa torvlagret 325-304 cm härstammar från boreal och atlantisk tid.

Utveckling: Bottentopografin i Yngsjökärr-bäckenet är skiftande och sedimentstratigrafin oregelbunden. Bäckenet verkar vara indelat i flera mindre sänkor mellan sandrevlar. Den övre lagerföljden (140-10 cm) visar följande utveckling. En grund havsvik med bräckt vatten håller på att växa igen och nästan isoleras från havet. Övergår så småningom till en strandsjö med något inslag av brackvatten. I ett sent skede växer sjön igen till ett strandkärr.

Lokal 2. GAMMALSTORP, åker (fig 3.2a) och referens (fig 3.2b)

Lagerföljd: Gammalstorp åker, cm under markytan

0- 25 kärrtorv, gyttjig med kolskikt 10-13 cm

25- 50 gyttja

50- 72 gyttja med vassrester

-(72) tunnt kolskikt i gyttjan

72-120 gyttja, homogen (algyttja)

Strukturanalys: 5-120 cm, antal 12.

Diatoméanalys: 15-110 cm, antal 7.

Lagerföljd: Gammalstorp referens

0- 20 kärrtorv med kolskikt 10-12 cm

20- 50 gyttja med växtrester (rötter)

50- 74 gyttja med vassrester

74- 75 kolskikt i gyttjan

75-120 gyttja, algyttja (fiskkota vid 115-120 cm)

120-220 gyttja till lergyttja

220-300 gyttja, brunare och fastare

300- (fortsätter som ovan)

Strukturanalys: 5-120 cm, antal 12.

Pollenanalys: 5-120 cm, antal 12.

Analyserna är redovisade i fig 3.2 a,b. Diagrammen omfattar den övre delen av lagerföljden (5-120 cm) både i åker- och referensserien.

Strukturanalysen av åkerserien visar att mikrofossilerna utgör 15-45 % av finfraktionen med dominans av pollen och diatoméer. Mineralpartiklarna når vanligen 25-30 %, och består mest av silt. Resten utgörs av detritus (40-60 %). Referensserien har något större andel diatoméer och mindre pollen än åkerserien. Mineralpartiklarna förekommer med något lägre värden från 70 cm och uppåt, i övrigt är diagrammen ganska lika.

Diatomédiagrammet visar att sötvattenarter är vanligast (60-70 %) med stor dominans av *Fragilaria*-släktet (30-60 %). Salt- och brackvattengruppen förekommer genom hela lagerföljden med 30-40 %.

Diatoméfrekvensen är hög i gyttjan (2000 -3000 skal per mikroskoperingsvarv). I kärrtorven sjunker den till 500, vilket fortfarande är riklig förekomst.

Pollenanalysen visar att björk är det dominerande trädslaget. Tall, ek-blandskog och al förekommer med relativt konstanta värden. Hassel och bok är representerade. I övre delen av lagerserien finns även pollen av avenbok.

Ålder: Sedimenten är till större del avsatta under subatlantikum (bok och avenbok) och därmed relativt unga (<3000 år).

a. Lokal 2 GAMMALSTORP, åker, <5m över havsytan

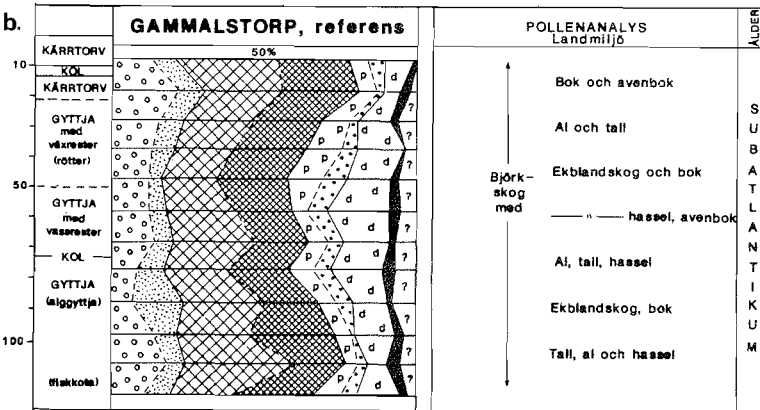


Figure 3.2a,b. Gammelstorp, åker (a) and the reference (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

Lokal 3. SKÅLBOÖ, åker (fig 3.3a) och referens DYHULTSBORG (fig 3.3b)

Lagerföljd: Skålboö åker, cm under markytan

- 0- 33 svämtorv till svämgyttja
- 33- 42 lergyttja, gråbrun
- 42- 57 gyttja till svämtorv
- 57- 74 lergyttja, gråbrun
- 74- 80 lergyttja, ljusbrun
- 80-125 lergyttja, olivgröngrå med FeS och fräkenrötter
- 125-165 gyttjelera till lera, gråblå med FeS-strimor
- 165- (fortsätter som ovan)

Strukturanalys: 0-130 cm, antal 11.

Diatoméanalys: 0-135 cm, antal 12 (kvalitativa).

C14-analys: >35 cm, ved (stolpe eller påle), antal 1 (St 111 36).

Lagerföljd: referens Dyhultsborg

- 0- 10 lergyttja, ljus
- 10- 25 svämtorv, siltig
- 25- 50 svämgyttja, siltig
- 50- 80 svämsand till silt, gyttjig med kol
- 80- 90 gyttja, mörkbrun
- 90-110 lergyttja, olivgröngrå, siltig
- 110-115 silt, sandig
- 115-125 lergyttja, varvig
- 125-200 lera, blågrå med FeS-strimor
- 200- (fortsätter som ovan)

Strukturanalys: 0-140 cm, antal 14.

Diatoméanalys: 0-200 cm, antal 8 (kvantitativa) + 4 (kvalitativa).

Pollenanalys: 0-150 cm, antal 21.

Analyserna redovisas i fig 3.3a (Skålboö åker) och fig 3.3b (Dyhultsborg).

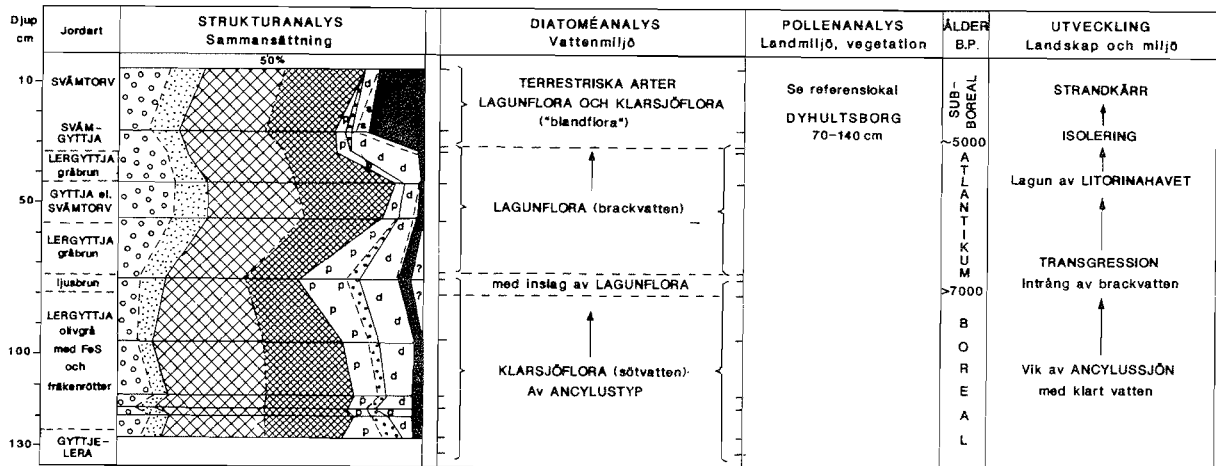
Strukturanalysen Skålboö åker visar att mikrofossilen utgör vanligen 20-30 % av finmaterialet med undantag i de torviga lagren, där de minskar till 5-10 %. De består huvudsakligen av diatoméer, och pollen, samt algsporer och cystor med organiska skal. Mineralpartiklarna når som högst 30 % i den övre delen av lagerföljden. Detritusdelen är dominerande i alla lagren, vanligen ca 50 %. Kolpartiklar utgör ca 15 % i det översta svämtorv/svämgyttjelagret. I Dyhultsborg är pollen vanligast bland mikrofossilen och halten mineralkorn av siltfraktionen genomgående något högre. Även här dominerar detritusfraktionen. Kolpartiklar förekommer med ca 5 % i den övre delen.

Diatoméanalysen av sedimenten från Skålboö åker är kvalitativ men visar tydligt tre olika sammansättningar av diatoméfloran. I nedre delen (olivgröngrå lergyttja) dominerar klarsjöarter av Ancylostyp. I det ljusbruna lergyttjeskiktet (vid 75 cm) börjar lagunarter uppträda och är sedan domi-

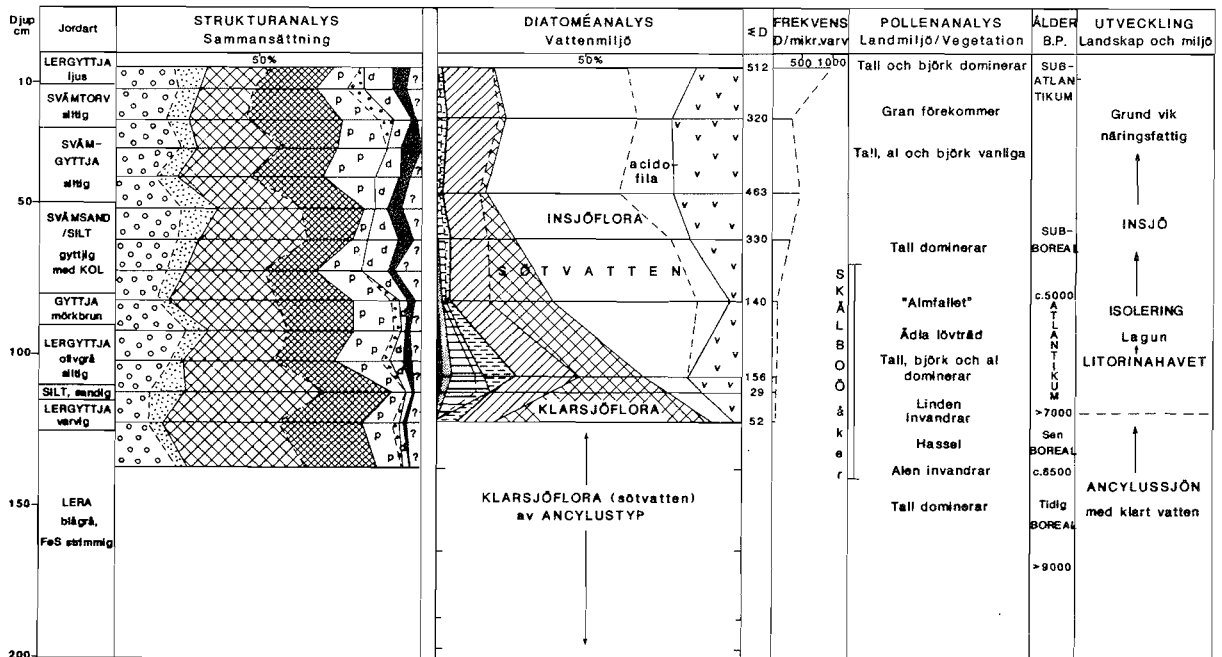
nerande upp till 30 cm (svämgyttja). I den översta svämtorven förekommer en blandflora av klarsjö-, lagun- och terrestriska arter (s k aerofila, luft-älskande markdiatoméer).

I Dyhultsborg finns också en markant tredelning med Ancylusflora, brackvatteninslag och sötvattenflora. Här är inte lagunfloran lika dominerande och brackvattenarternas uppträdande begränsad till silten och den olivgöna ler-gyttjan mellan 115 och 90 cm. I de översta 90 cm är insjöfloran helt förhärskande med inslag av sura (acidofila) arter.

a. Lokal 3. SKÅLBOÖ, åker, 25-30 m över havsytan



b. Lokal 3, (SKÅLBOÖ), referens DYHULTSBORG, 25-30 m över havsytan



Figur 3.3a,b. Skälboö, åker (a) och referens Dyhultsborg (b). Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé- och pollenanalysresultat.

Figure 3.3a,b. Skälboö, åker (a) and the reference Dyhultsborg (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

Diatoméfrekvensen är riklig i sedimenten från Skälboö åker och i övre delen av sjösedimenten från Dyhultsborg (250-1000 skal per mikroskoperingsvarv). I den nedre delen av Dyhultsborgsedimenten är diatoméer mer sparsamt förekommande (50-100 per varv).

Pollenanalysen visar en kraftig dominans av tall. Det kan bero på att tallpollen anrikats i strandzonen (överrepresentation). I Dyhultsborgseriens sediment finns flera pollenanalytiska lednivåer representerade. Alens, lindens och granens invandring, samt det s.k. "almfallet".

C14-analysen av ved gav en ålder på >3000 år. Sannolikt är pålen nerdriven i gyttjan av människan.

Ålder: Sedimenten från Skälboö åker är avsatta under boreal, atlantisk och subboreal tid (översta svämtorven kan vara av yngre ålder). Gyttjesedimenten representerar i tid ca 8500-5000 B.P. I Dyhultsborg motsvaras de av sedimenten mellan 140 och 70 cm. Hela den undersökta sedimentserien i Dyhultsborg omfattar ca 9000 år.

Utveckling: Skälboölokalen visar en utveckling från Östersjöns Ancylostadium med klart näringsrikt (mineralsalter) sötvatten till Litorinahavets första transgression och Litorinalagun med brackvatten, samt övergång till insjö. I Dyhultsborg finns även utvecklingen av sjön Strolången efter isolering från Litorinahavet representerad. Referenslokalen har varit en grund insjövik med näringsfattigt vatten, isolerad från havet för ca 5000 år sedan.

Lokal 4. JÄRNVALLA, åker (fig 3.4a) och referens (fig 3.4b)

Lagerföljd: Järnvalla åker, cm under markytan

- 0- 24 gyttjelera, torvblandad
- 24- 32 övergång till lergyttja
- 32-100 lergyttja till gyttjelera, gråbrun
- 100-150 lergyttja, grågrön, varvig
- 150-200 gyttjelera, gråbeige, varvig
- 200- (fortsätter som ovan)

Strukturanalys: 0-110 cm, antal 8.

Diatoméanalys: 0-110 cm, antal 7.

Lagerföljd: Järnvalla referens

- 0-10 gyttjelera med rötter
- 10-25 gyttjelera, kornig med rostfläckar
- 25-30 gyttjelera till lera, seg med rostfläckar
- 30-35 gyttjelera till lera med hög vattenhalt
- 35-75 gyttjelera med rostfläckar och något FeS
- 75- hårt och segt (ev forts)

Strukturanalys: 0-75 cm, antal 8.

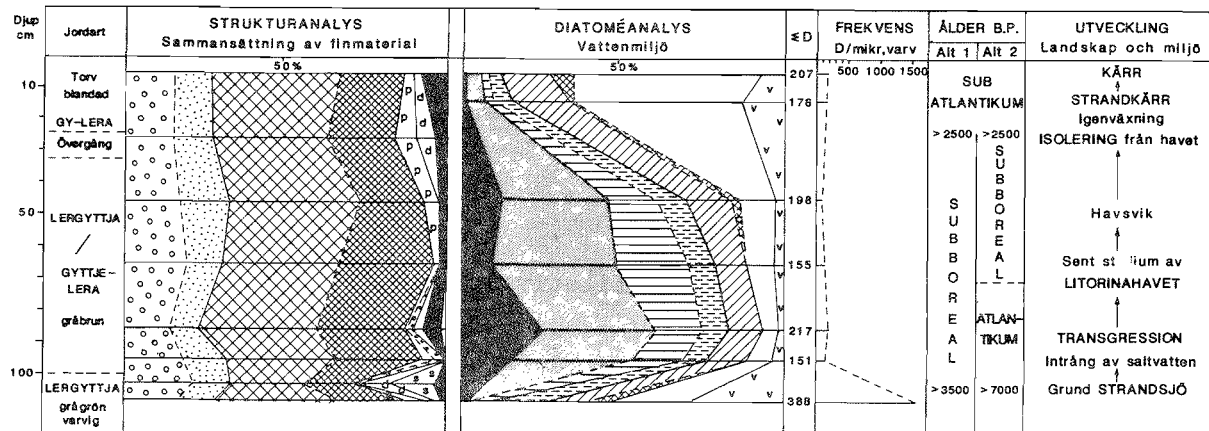
Analyserna är redovisade i fig 3.4a,b, omfattande Järnvalla åker och referens.

Strukturanalysen av Järnvalla åker visar att mikrofossilerna är ganska sparsamt representerade, som mest 15-25 % i den understa lergyttjan (spongienålar och diatoméer) och vid övergången till torvblandad gyttjelera (pollen och diatoméer). Mineralpartiklar förekommer med ca 30 %. Huvuddelen (40-65 %) utgörs av detritus, där även en del flockar av järnutfällningar kan ingå. Kolpartiklar finns genomgående (1-7 %).

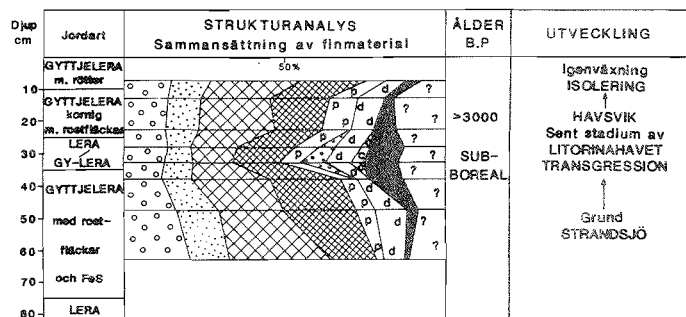
Järnvalla referens visar en komprimerad transgressionslagerföljd från kanten av åkerområdet. Provtagningsplatsen, jämfört med åkerlokalen, är belägen något högre och sedimenten har betydligt större inslag av mikrofossil (20-40 %). Varia-gruppen som till stor del består av fytoliter är dominerande. Även diatoméer och pollen är rikligt förekommande. I det mellanliggande lerlagret (25-35 cm) finns inslag av alger och algsporer med organiska skal (5-8 %), samt kiselcystor (3 %) och kolpartiklar (10 %). Mineral-korn förekommer med 20-30 % och detritus med 25-50 %.

Diatomédiagrammet visar en succession av tre olika floratyper. I understa provet dominerar sötvattendiatoméer med ca 75 %, mest *Fragilaria*-släktet och insjöarter. Resten utgörs av halofila och brackvattendiatoméer. I lergyttjan (100-30 cm) finns ett kraftigt inslag av salt- och brackvattendiatoméer, medan i den torvblandade översta delen dominerar sötvattendiatoméerna (ca 90 %) med insjöflora av näringsfattig typ (ca 60 %).

a. LOKAL 4. JÄRNVALLA, åker, 10-15 m över havsytan



b. LOKAL 4. JÄRNVALLA, referens, (10-15)m över havet



Figur 3.4a,b. Järnvalla, åker (a) och referens (b). Sammanställning och tolkning av struktur- och diatoméanalysresultat.

Figure 3.4a,b. Järnvalla, åker (a) and the reference (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition and diatom analysis.

Diatoméfrekvensen är hög i det understa provet (>1500/mikr.varv). Uppåt håller sig sedan frekvensen mellan 100-200 skal per varv.

Ålder: Sannolikt är gyttjesedimenten avsatta under sensubboreal tid ca 3500-2500 B.P., medan torven har bildats under subatlantisk tid. Ifall saltvattenintrånget istället skulle representera hela Litorinastadiet skulle ett mer märkbart inslag av klarsjödiatoméer av Ancylostyp varit att vänta (jfr Skälboö).

Utveckling: Sedimentserien motsvarar en utveckling från grund strandsjö nästan helt isolerad från havet till ett utpräglat havsstadium, följt av uppgrundning och igenväxning till strandkärr.

Lokal 5. ÄCKERUD, åker (fig 3.5a) och referens ERIKSTAD, mossen (fig 3.5b)

Lagerföljd: Äckerud åker, cm under markytan

0- 20 mylla

20- 40 silt, lerig (mjäla), rostflammig, hård

40- 80 silt, lerig (mjäla), svartbrun (järnutfällning)

80-100 silt, lerig

Strukturanalys: 0-100 cm, antal 10.

Diatoméanalys: 0-100 cm, antal 9 (kvalitativa).

Lagerföljd: referens Erikstad, mossen

0- 50 kärrtorv/skogsmosstorv, mörk

50- 95 kärrtorv/skogsmosstorv med ved

95-100 gyttja, hård (grovdetritus)

100-105 gyttja, (grov- till findetritus)

105-110 lergyttja, kompakt

110-150 lera, ljus, såpig, mjälilig

150-200 lera, gråvit, såpig, svagt med FeS

200- (fortsätter som ovan)

Strukturanalys: 100-120 cm, antal 4.

Diatoméanalys: 95-200 cm, antal 11.

Pollenanalys: 10-200 cm, antal 24.

C14-analys: 60-106 cm, antal 7 (St 100 50 - St 100 56).

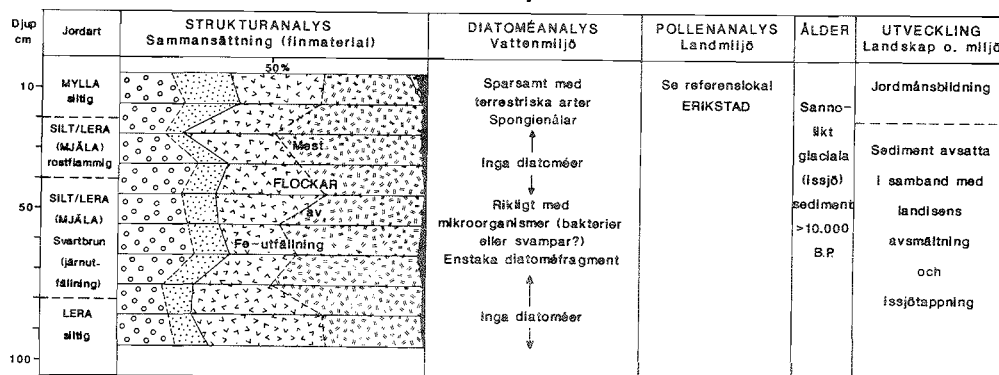
Analyserna är redovisade i fig 3.5a,b, omfattande Äckerud, åker och referens Erikstad, mossen.

Strukturanalysen av Äckerud åker visar att sedimenten ej innehåller mikrofossil. Endast i myllalagret finns en del cystor (2 %). Mineralpartiklarna utgör 20-40 % av finmaterialet, mest tillhörande siltfraktionen. I övrigt förekommer detritusliknande brunaktiga flockar, antagligen järnutfällningar (60-80 %).

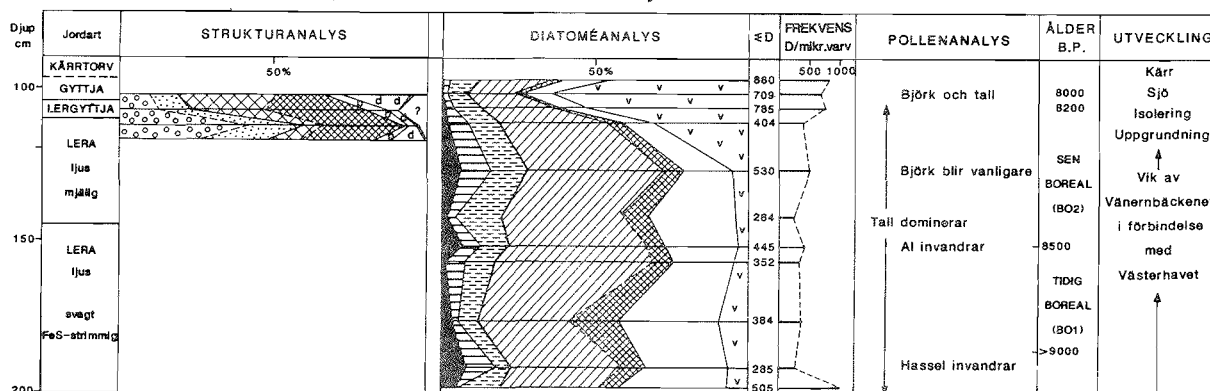
Den analyserade delen av Erikstadmossen har en helt annan sammansättning. Mikrofossilerna finns representerade med 5-30 %, mest diatoméer. Mineralpartiklar finns helt naturligt rikligast i leran (50-60 %), minskar uppåt till ca 20 % i gyttjan. Resten utgörs av detritus (30-60 %), mest finare partiklar i leran och grövre i lergyttja och gyttja.

Diatoméanalysen av Äckerud åker har utförts kvalitativt men det framkommer ändå tydligt att diatoméer ej levtt på sedimentationsplatsen under avsättningen av de lager som analyserats. I diatomépreparaten har noterats en del andra mikroorganismer av typ bakterier eller mikrosvampar. I myllan förekommer det sparsamt med terrestriska diatoméarter som levtt på den fuktiga markytan.

a. Lokal 5. ÄCKERUD, åker, 60-65m över havsytan



b. Lokal 5, referens Erikstad, mossen 55-60m över havsytan



Figur 3.5a,b. Äckerud, åker (a) och referens Erikstad, mossen (b). Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé- och pollenanalysresultat.

Figure 3.5a,b. Äckerud, åker (a) and the reference Erikstad, mossen (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

Erikstadmossendiagrammet visar att det förekommer två olika sammansättningar av diatoméfloror. I lersedimenten finns ett inslag av salt- och brackvattendiatoméer med 5-20 % och resten utgörs av sötvattendiatoméer med dominans av den indifferentia gruppen (30-50 %). Klarsjöarter av Ancylostyp är där också närvarande med 5-15 %. I de översta gyttjasedimenten ökar *Fragilaria*-gruppen samtidigt som salt- och brackvattengruppen nästan helt försvinner. Diatoméfloran indikerar grund insjömiljö.

Diatoméfrekvensen i sedimenten från Erikstadmossen är riklig. Mest diatoméer finns det i de allra understa och översta delarna (750-1000 skal per varv). Mellanliggande lersediment innehåller 250-500 skal per varv.

Pollenanalysen av Erikstadsedimenten visar att tall dominerar kraftigt. Lednivåerna för hasseln och alens invandring finns registrerade i den undre gråvita leran. I den mjälliga ljusa leran blir björkpollen vanligare och i gyttjasedimenten är det björken som dominerar. Högre upp i torven finns

också invandring av lind med. Andelen ört- och buskpollen är hög i ler- och gyttjesedimenten (10-40 %), vilket tyder på öppna förhållanden. Strandvegetationen indikeras bl a av pollen från havtorn (*Hippophae*) och en (*Juniperus*).

C14-analys: De daterade sedimenten från Erikstad motsvarar isoleringskontakten lergyttja/gyttja och ger en C14-ålder på 8200-8000 år B.P. Lindens invandring har daterats till 6200 år B.P. (skogskärrtorv vid 60 cm). Alens och hasselns invandring registreras i lersedimenten där kolhalten är för låg för C14-datering.

Ålder: Sedimenten från Äckerud åker har glacialt ursprung och måste därmed vara äldre än 10 000 år. I Erikstadmossen är de analyserade ler- och gyttjesedimenten avsatta under boreal tid mellan drygt 9000 till 8000 år B.P. och därmed betydligt yngre än huvudlokalens.

Utveckling: Sedimenten från Äckerud åker är avsatta i samband med isens avsmältningsskede och kan vara ett resultat av issjötappning. Erikstadmossen sedimenten visar Vänerbäckenets utveckling från tiden då det stod i förbindelse med Västerhavet till uppgrundning och isolering. I de översta sedimenten finns ett kortvarigt och grunt insjöstadium registrerat före igenväxning till skogskärr.

Lokal 6. KURÖ, åker (fig 3.6)

Lagerföljd: Kurö, cm under markytan

0- 24 matjord, lergyttja, torvblandad

24- 65 lergyttja, grå, torr, rostutfällning

65-100 lergyttja till gyttjelera

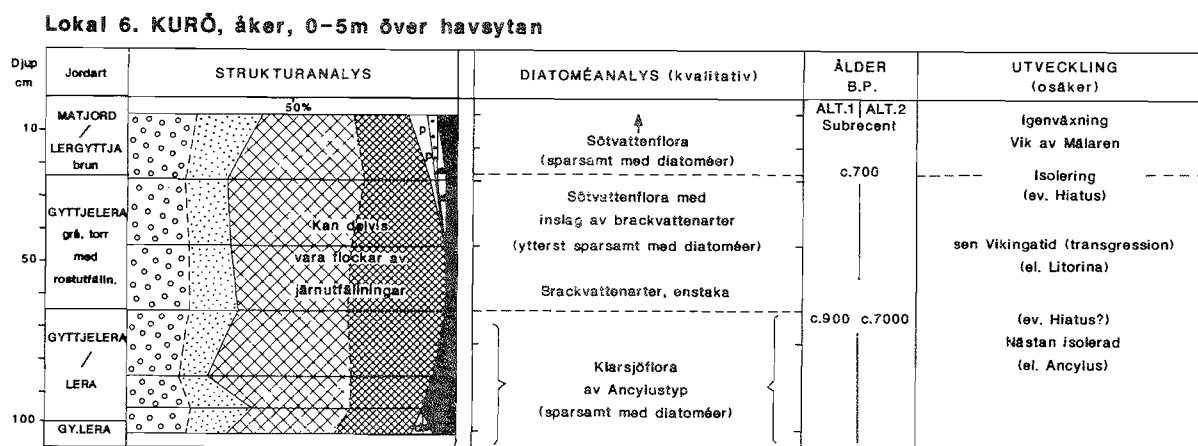
100-110 gyttjelera, blågrå, något FeS

110-200 gyttjelera, FeS-bandad

Strukturanalys: 0-105 cm, antal 7.

Diatoméanalys: 0-105 cm, antal 7 (kvalitativa).

Analyserna är redovisade i diagram (fig 3.6).



Figur 3.6. Kurö åker. Sammanställning och tolkning av struktur- och diatoméanalysresultat.

Figure 3.6. Kurö åker. Compilation and interpretation of results of fine-composition and diatom analysis.

Strukturanalysen visar att sedimenten innehåller mycket sparsamt med mikro-fossil. Endast låga halter av pollen, cystor och spongienålar finns i de översta proven och diatoméer och spongienålar i det understa. Mineralpartiklarna utgör 25-40 % av sammansättningen. Finmaterialet i övrigt består av detritusliknande material, som delvis kan vara flockar av järnutfällningar. Kolpartiklar förekommer i alla prov, men ökar något i den understa och översta delen.

Diatoméanalysen har utförts endast kvalitativt på grund av ytterst sparsam förekomst. I den undre delen finns enstaka representanter för klarsjöflora av Ancylostyp och andra ordinära sötvattenarter. I den gråa, torra lergyttjan finns inslag av brackvattenarter i sötvattenfloran. Matjorden innehåller enstaka sötvattensarter.

Diatoméfrekvensen är genomgående låg.

Ålder: Sannolikt är det fråga om unga delvis omlagrade sediment, avsatta under de senaste drygt 1000 åren. Alternativt kan sedimenten vara betydligt äldre och härstamma från Ancylus och Litorina, vilket dock anses mindre troligt.

Utveckling: Det sparsamma mikrofossilinnehållet gör det svårt att tolka utvecklingen. Det kan ha varit en nästan isolerad Mälarvik där det på grund av förändringar i vattennivån har eroderats och omlagrats äldre sedimentmaterial.

Lokal 7. NIBBLE, åker (fig 3.7a) och referens (fig 3.7b)

Lagerföljd: Nibble åker, cm under markytan

0- 30 matjord, torvblandad

30- 40 lergyttja, torvblandad

40- 45 lergyttja

45-110 gyttjelera, brungrå till lera, grå

110-120 lera, varvig (något gyttjig)

Strukturanalys: 0-120 cm, antal 7.

Diatoméanalys: 0-110 cm, antal 6 (kvantitativa) + 3 (kvalitativa).

Lagerföljd: Nibble referens

95-107 lera, ljus

107-147 lera, varvig, FeS-strimmig

147-200 lera, mörk, svagt varvig med FeS

Diatoméanalys: 100-195 cm, antal 7.

Analyserna för Nibble åker och referens är redovisade i diagram (fig 3.7a,b).

Strukturanalysen visar att mikrofossilerna förekommer med 5-15 %, mest diatoméer och pollen. Mineralpartiklarnas andel håller sig konstant vid ca 30 % med undantag av de undre proven. Resten utgörs av detritus med dominans av den finare fraktionen i den gråa leran (75-110 cm), i övrigt mest grövre partiklar. Kolpartiklar förekommer endast sparsamt i den övre delen.

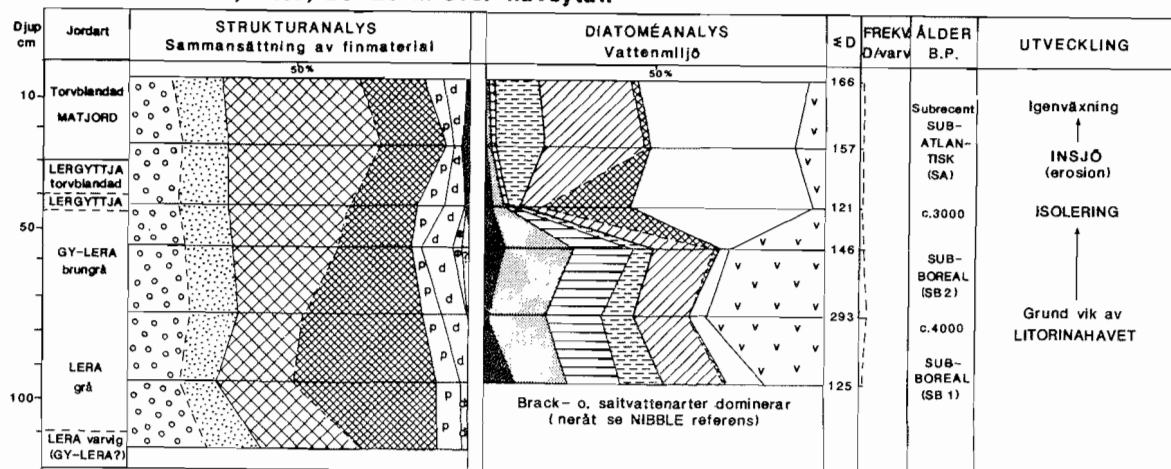
Diatoméanalysen visar att brackvattendiatoméer och *Fragilaria*-släktet är dominerande i den djupare delen (Nibble referens och Nibble åker till och med gyttjelera) upp till lergyttjan vid 45 cm. Sedan är sötvattenfloran vanligast. I lergyttjan förekommer en topp med klarsjöarter, uppåt mest utpräglad sötvattenflora.

Diatoméfrekvensen är genomgående relativt låg 50-100 per varv.

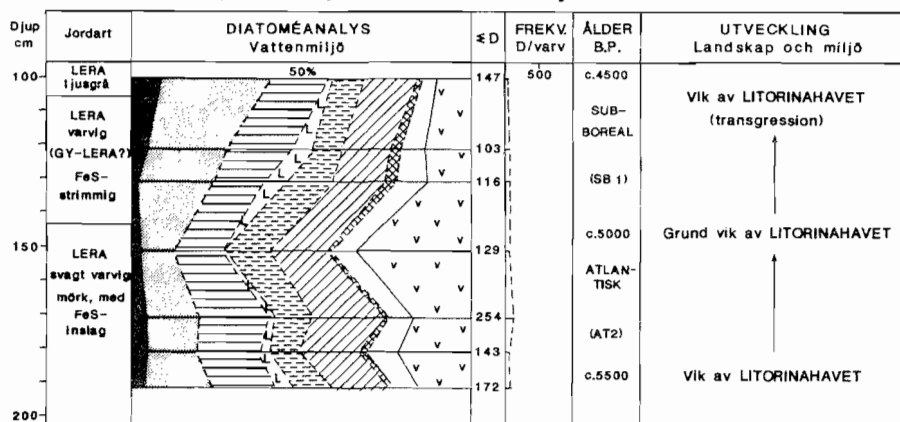
Ålder: Sedimenten omfattar en tidsperiod motsvarande ca 5500 år, dvs sen-atlantisk till subatlantisk tid.

Utveckling: Sedimentationsmiljön har skiftat från en vik av Litorinahavet till en grund havsvik i två omgångar, vilket kan bero på förändringar i Litorinahavets vattennivå. Den sista isoleringen från Litorinahavet motsvaras av övergången gyttjelera/lergyttja. Därefter följer ett insjöstadium och igenväxning.

a. Lokal 7. NIBBLE, åker, 20–25 m över havsytan



b. Lokal 7. NIBBLE, referens, 20–25 m över havsytan



Figur 3.7a,b. Nibble, åker (a) och referens (b). Sammanställning och tolkning av struktur- och diatoméanalysresultat.

Figure 3.7a,b. Nibble, åker (a) and the reference (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition and diatom analysis.

Lokal 8. KUNGSÄNGEN/ULTUNA, försöksfält och referens JÄRBO åsgrop (fig 3.8a,b)

Lagerföljd: Kungsängen/Ultuna försöksfält, cm under markytan

- 0- 25 gyttjelera, grynig, brungrå
- 25-120 gyttjelera, grynig, grå, rostflammig med torrsprickor
- 120-170 gyttjelera, mörkgrå, FeS-flammig svagt varvig

Strukturanalys: 0-75 cm, antal 15.

Diatoméanalys: 10-125 cm, antal 7 (kvalitativa).

Lagerföljd: Järbo åsgrop

- 0- 50 vitmosstorv, låghumifierad, inblandning av silt (5-30 cm)
- 50- 88 starr-vitmosstorv med rester av fräken och vattenklöver
- 88- 95 lera, såpig
- 95-105 lergyttja, torvblandad
- 105-130 lergyttja med fräkenrester
- 130-145 lergyttja till gyttjelera
- 145-150 gyttja till lergyttja, brunaktig
- 150-185 gyttja-lergyttja, brun, varvig
- 185-220 lergyttja-gyttjelera, varvig
- 220-350 lergyttja-gyttjelera, gråbrun, varvig med FeS
- 350- fast botten ?

Strukturanalys: 90-200 cm, antal 12.

Diatoméanalys: 90-200 cm, antal 8 (kvalitativa).

Pollenanalys: 90-200 cm, antal 21.

Analyserna för Kungsängen/Ultuna försöksfält och referens Järbo åsgrop är redovisade i fig 3.8a,b.

Strukturanalysen för Kungsängen/Ultuna försöksfält visar stabila förhållanden med kontinuerligt inslag av mikrofossil (diatoméer, pollen och alger/alcystor med organiska skal, 7-25 %) och kolpartiklar (2-7 %). Mineralkorn förekommer med 25-35 % och detritus 45-65 %.

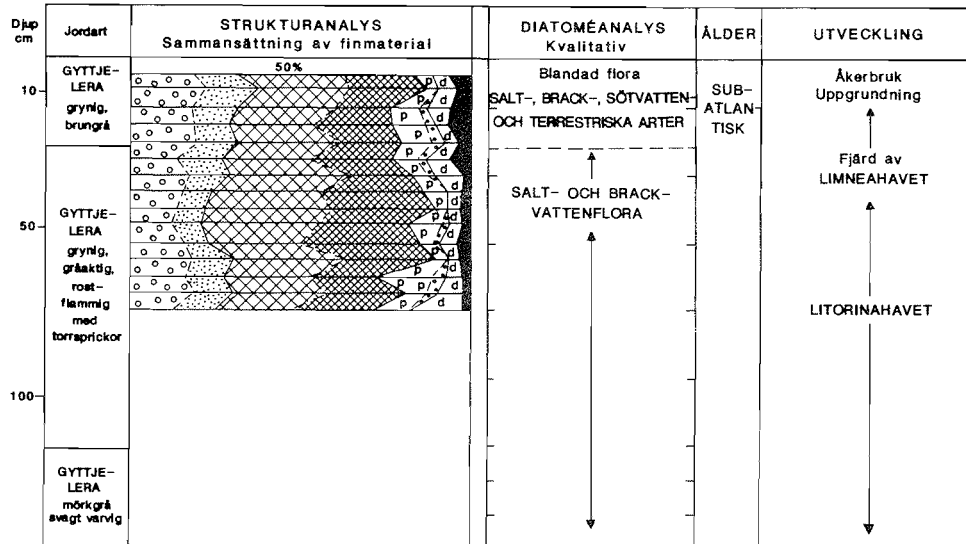
Järbo åsgrop ligger på högre höjd över havet och representerar äldre förhållanden än Kungsängen/Ultuna. Mikrofossilhalten är mycket hög, (inkl. Varia, mest fytoliter) varierande mellan 25 och 50 %. Alger och alcystor med organiska skal, pollen och diatoméer är rikligt förekommande. Spongienålar uppträder sparsamt. Mineralpartiklar har värden mellan 15 och 25 %, detritus 25-50 %.

Diatoméanalysen för Kungsängen/Ultuna har endast utförts kvalitativt och visar stabila förhållanden med dominans av salt- och brackvattendiatoméer. Endast i det övre plöjlagret förekommer en blandflora av salt-, brack-, sötvatten- och terrestriska arter.

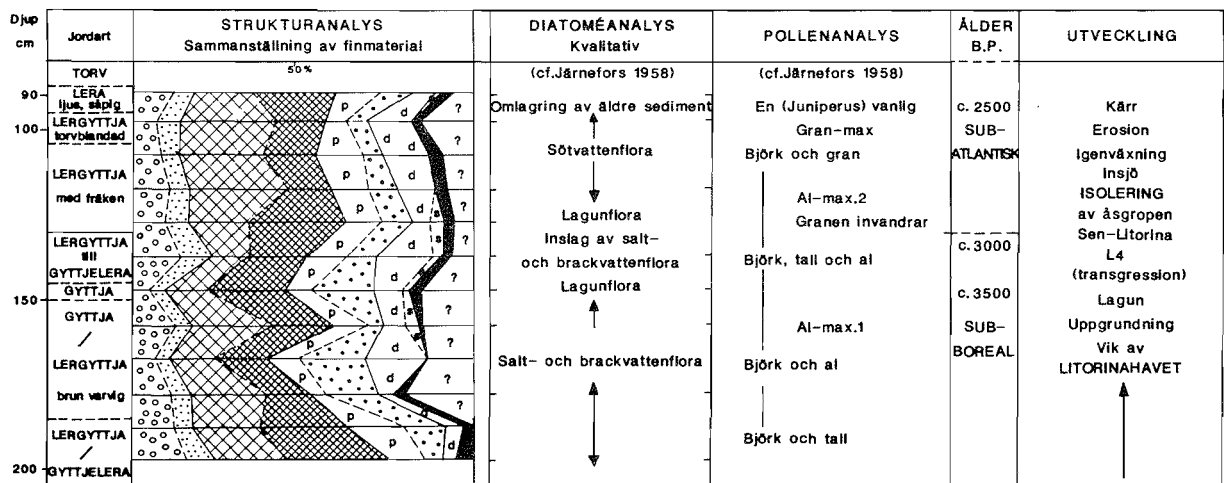
I Järbo åsgrop visar den kvalitativa diatoméanalysen två tydliga lagunsta-

dier och en mellanliggande sedimentationsfas med saltare (och djupare) vatten. Närmast under torvlagret tyder diatoméflorans sammansättning på om-lagring av äldre sediment. Lagerföljden har tidigare pollen- och diatoméanalyserats (Tarning & Miller i Järnefors, 1958, fig 21, s.41).

a. Lokal 8. KUNGSÄNGEN/ULTUNA, försöksfält 5-10 m över havsytan



b. Lokal 8. Referens JÄRBO åsgrop, pasströskel \leq 20m över havsytan



Figur 3.8a,b. Kungsängen/Ultuna, försöksfält (a) och referens Järbo åsgrop (b). Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé- och pollenanalysresultat.

Figure 3.8a,b. Kungsängen/Ultuna, examination field (a) and the reference Järbo åsgrop (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

Pollenanalys har utförts av referenslagerföljden och överensstämmer väl med det tidigare analyserade materialet. Björken är det vanligaste trädslaget. Underst tillsammans med tall, i mitten med al och i övre delen med gran. Granens första stora expansion och enens spridning (kulturpåverkan) är tyd-

ligt registrerade i de översta sedimenten.

Ålder: Gyttjeleran i Kungsängen/Ultuna försöksfält utgörs av relativt unga sediment (<2000 år). Den växlande lagerföljden i Järbo åsgrop är avsatt före Kr.f. (4000-2000 B.P.).

Utveckling: Åsgropens gyttjelagerföljd visar en utveckling från Litorinahavets fjärd till havsvik och brackvattenslagun. Därefter följer en ny ingress av saltare vatten (transgression), nytt lagunstadium, isolering och insjöstadium med påbörjad igenväxning. Överst i gyttjelagerföljden finns registrerad ett erosions och/eller svämlager med lera och omlagring av äldre sediment. Orsaken kan vara höjning av vattennivån eller erosion förorsakad av människans markutnyttjande genom skogsröjning och odling.

Lokal 9. RICKEBY, åker I (1982) och II (1985) (fig 3.9a,b), referens sjön VÄLLEN gemensam med lokal 10. OLA (se nedan)

Lagerföljd: Rickeby åker I, cm under markytan (fig 3.9a)

0- 20 kärrtorv

20-100 lergyttja

Strukturanalys: 0-100 cm, antal 10.

Diatoméanalys: 0-100 cm, 5 (kvantitativa) + 5 (kvalitativa).

Lagerföljd: Rickeby åker II (fig 3.9b)

0- 17 torvmylla

17- 28 lergyttja, torvblandad

28- 54 lergyttja med rostutfällningar

54- 70 lergyttja, grå med pelarstruktur och stora sprickor

70- 80 lergyttja-gyttjelera, kornig, siltig, rostfläckig

80- 95 lergyttja-gyttjelera, brungrön med ljusare fläckar

95-110 lergyttja-gyttjelera med svaveljärn och rostfläckar

110-130 lergyttja-gyttjelera, grönaktig med mörkare skikt vid

116 och 124 cm

130-132,5 grå lera, skikt i lergyttja

132,5-160 lergyttja-gyttjelera, diffust varvig grågrön-mörkbrun

med skalfragment (145-158 cm)

och hela skal av *Mytilus edulis* (blåmussla) (150-155 cm)

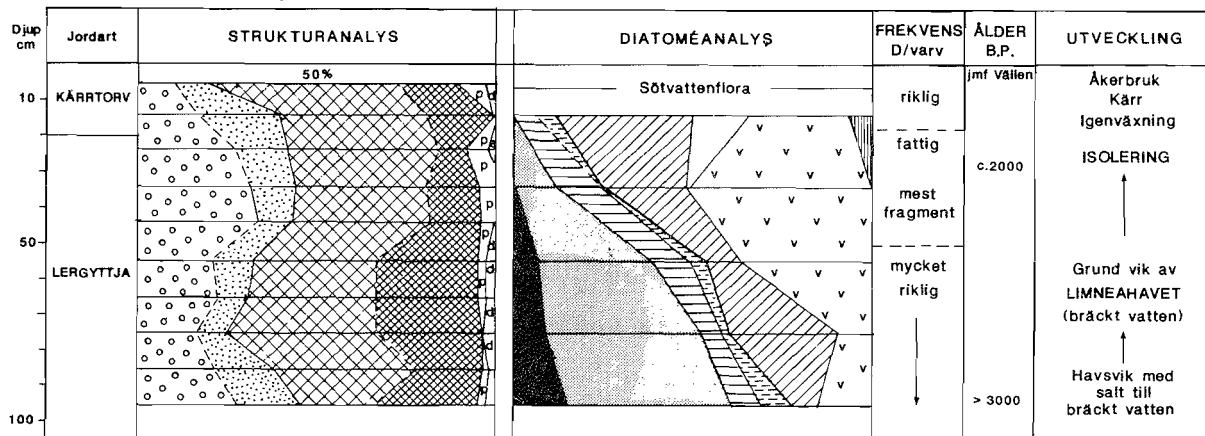
Strukturanalys: 5-65 cm, antal 7.

Analyserna för Rickeby åker I och II är redovisade i diagram (fig 3.9a,b).

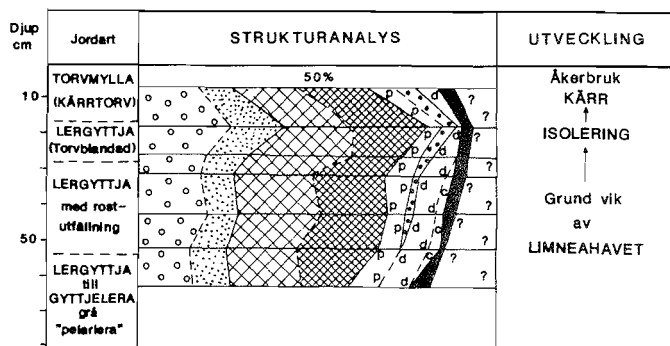
Strukturanalysen för Rickeby åker I visar lågt innehåll av mikrofossil (5-10 %). Mest i form av diatoméer i den nedre delen och pollen i den övre. Mineralpartiklar, mest grövre, förekommer med 20-45 % och detritus med dominans av grövre med 50-70 %.

Rickeby åker II har betydligt högre halt av mikrofossil (15-35 % inkl. Varia, mest fytoliter). Utöver pollen och diatoméer förekommer även alger och algcystor med organiska skal, samt kiselcystor och kolpartiklar. Mineralpartiklar finns med 20-40 %, mest grövre, och detritus med 35-40 %.

**a. Lokal 9.
RICKEBY I, åker (provtagen av SLU)**



b. RICKEBY II, åker (1985)



Figur 3.9a,b. Rickeby åker I (a) och II (b). Sammanställning och tolkning av struktur- och diatoméanalysresultat.

Figure 3.8a,b. Rickeby åker I (a) and II (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition and diatom analysis.

Diatoméanalysen av sedimenten från Rickeby I åker visar kraftig dominans av salt- och brackvattendiatoméer i den undre delen och ökande inslag av *Fragilaria*- och andra sötvattenarter i den övre delen. I kärrtorven dominerar helt sötvattenfloran med inslag av terrestriska arter.

Ålder: Lergyttjan är 2000-3000 år gammal.

Utveckling: Vik av det sensubboreala Litorinahavet med saltvatten övergår till grund vik av *Limnea*-havet med brackvatten. Uppgrundning, isolering och igenväxning följer.

Lokal 10. OLA, åker I (1982) och II, samt referens sjön VÄLLEN (fig 3.10a,b,c,d)

Lagerföljd: Ola åker I (fig 3.10a), cm under markytan

0- 20 kärrtorv
20- 30 kärrtorv, blandad med lergyttja
30- 60 lergyttja
60-100 lergyttja till gyttjelera

Strukturanalys: 0-90 cm, antal 5.

Diatoméanalys: 0-90 cm , antal 5 (kvalitativa).

Lagerföljd: Ola åker II (fig 3.10b), cm under markytan

0- 20 mull, torvblandad (kärrtorv)
20- 40 lergyttja, smågrynig, omrörd
40- 60 lergyttja till gyttjelera
60-100 gyttjelera "pelarlera", svagt varvig (strömskiktad?)

Strukturanalys: 5 - 75 cm, antal 8.

Lagerföljd: Referens Vällen, (vanlig kärna)(fig 3.10c), cm under vattenytan

0-150 vatten
150-165 bottenslam, löst
165-178 gyttja
178-183 gyttjelera
183-220 lergyttja

Strukturanalys: 150 -215 cm, antal 10.

Diatoméanalys: 150 - 225 cm, antal 7 (kvalitativa).

Pollenanalys: 158 - 192 cm, antal 4.

Mikrofossilanalys: 150 - 185 cm, antal 5 (fig 3.10d).

Lagerföljd: Referens Vällen, (fryskärna)(fig 3.10d), cm under vattenytan

0-150 vatten
150-165 bottenslam
165-176 gyttja, brun
176-178 gyttja, grå eller gyttjelera
178-195 lergyttja, grönbrun-grå

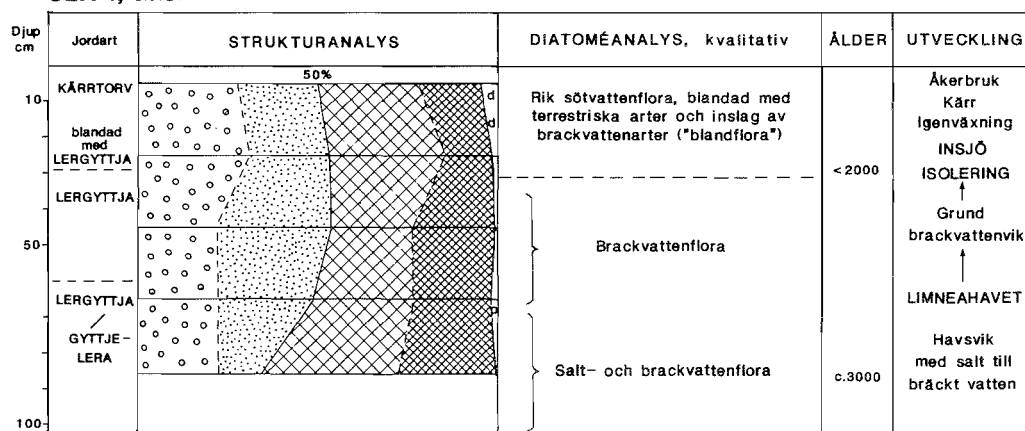
Strukturanalys: 150 - 190 cm, antal 12.

Diatoméanalys: 150 - 190 cm, antal 6 (kvalitativa).

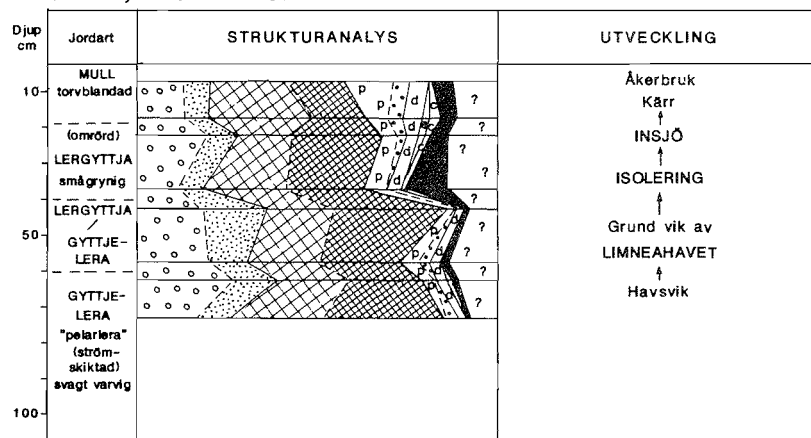
Analyserna för Ola I och II, samt referens Vällen är redovisade i diagram (fig 3.10a,b,c,d).

Strukturanalysen för Ola, åker I visar lågt innehåll för mikrofossil (0-5 %). Pollen förekommer vid 65 cm och diatoméer från 25 cm och uppåt. Halten mineralpartiklar är hög (30-55 %). Resten utgörs av detritus (45-65 %). Ola II, åker provtagen 1985 har betydligt större inslag av mikrofossil (10-40 %) och kolpartiklar (1-10 %). Mineralpartiklar förekommer mer sparsamt (20-40 %), detritushalten är ungefär samma som i Ola I.

a. Lokal 10. OLA, åker I och II, (5 -)10 m över havsytan
OLA I, åker



b. OLA II, åker (1985)

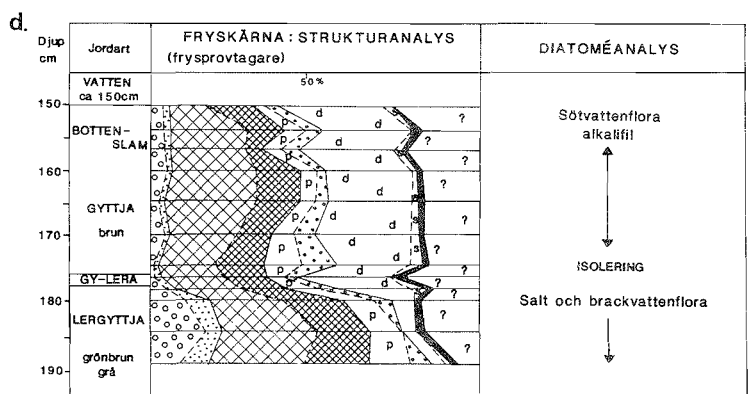
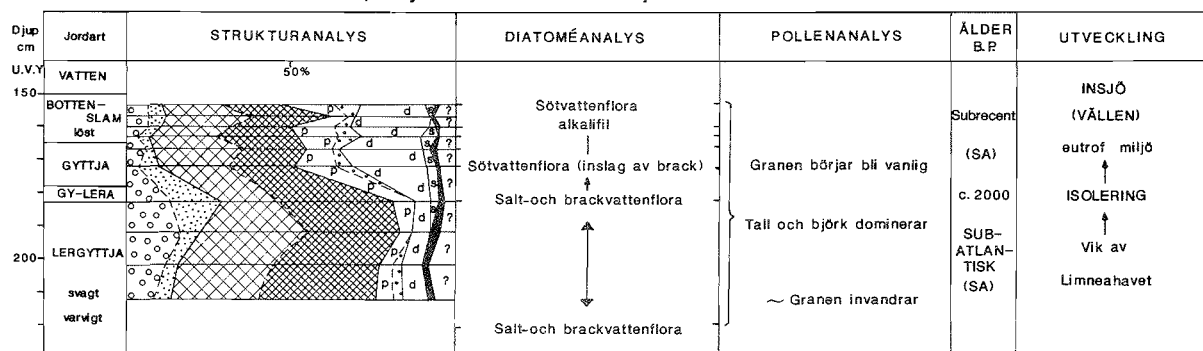


Figur 3.10a,b. Ola åker I (a) och II (b). Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé-och pollenanalysresultat.

Figure 3.10a,b. Ola åker I (a) and II (b). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

De översta 30 cm av bottensedimenten (gyttja och löst bottenslam) från sjön Vällen visar mycket hög halt av mikrofossil (40-65 %). De högsta värdena förekommer i fryskärnan. Diatoméer och andra kiselskaliga mikrofossil, samt *Varia* dominerar. Andelen mineralpartiklar i den översta delen är låg (5-10 %).

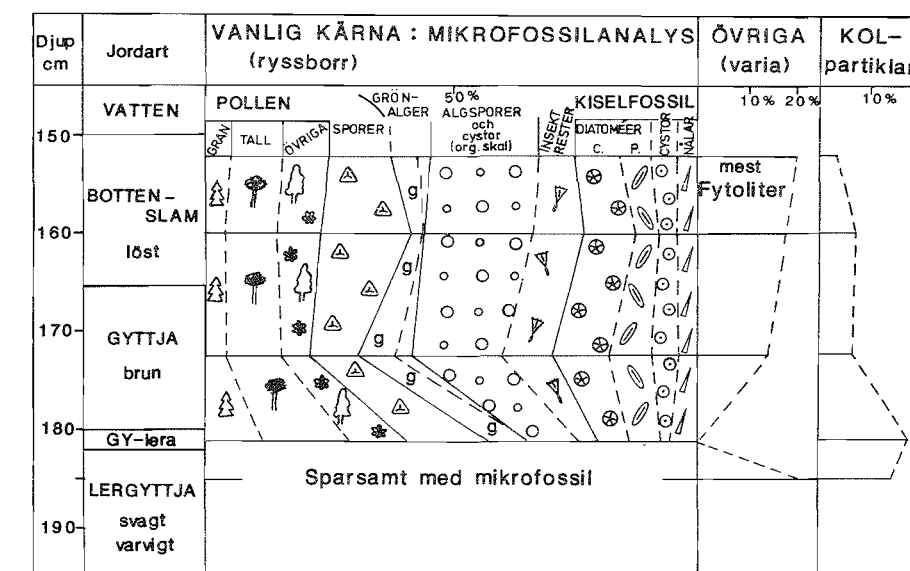
c. Lokal 10. Referens VÄLLEN, höjd över havet 13m (pasströskel 13-15m)



Figur 3.10c, d. Referens sjön Vällen (c), samt fryskärna av de översta lösa sedimenten (d). Sammanställning och tolkning av struktur-, diatomé- och pollenanalysresultat.

Figure 3.10c, d. Reference lake Vällen (c) and frozen core of the uppermost loose top sediments (d). Compilation and interpretation of results of fine-composition, diatom and pollen analysis.

e. Lokal 10. Referens VÄLLEN, höjd över havet 13m



Figur 3.10e. Referens sjön Vällen. Mikrofossilanalys.

Figure 3.10e. Reference lake Vällen. Microfossil analysis.

Försöksvis utfördes även strukturanalys i form av mikrofossilanalys, dvs samtliga förekommande mikrofossiltyper i de översta bottensedimenten mättes och räknades (fig 3.10e). Omslag från dominans av pollen (40 %) i det tunna gråa lagret av gyttjelera till kiselfossil och sporer i gyttjan och botten-slammet är märkbar.

Diatoméanalysen av Ola I åker visar att i gyttjelera och lergyttja är salt- och brackvattendiatoméer vanligast. I de översta torvblandade sedimenten (omrörda av plöjningen) är sötvattenfloran blandad med terrestriska arter och även brackvattenarter.

I Vällens-sedimenten framträder omslaget mellan salt- och sötvattenflora mycket markant i det gråa tunna skiktet av gyttjelera mellan 176 och 178 cm djup.

Pollenanalys av de översta Vällens-sedimenten visar kraftig dominans av tall- och björkpollen. Även granpollen förekommer, samt enstaka pollen av bok och avenbok. Pollen av ek och alm försvinner nästan helt i det översta bottenslammet. Inslaget av en- och örtpollen ökar i gyttjan, där pollen av ett flertal kulturindikerande växter förekommer (ängssyra, nässlor, mållor, gråbo, ljung).

Ålder: De undersökta sedimenten representerar maximalt 3000 år och är därmed huvudsakligen av subatlantisk ålder. Isoleringen av Vällens-bäckenet skedde sannolikt omkring eller något efter Kristi födelse. Den översta gyttjan är i så fall yngre än 2000 år.

Utveckling: Vällensbäckenet, där också Rickeby och Ola ingår, isolerades från Limnea-havet ca 2000 år sedan. Det gråa skiktet av gyttjelera i samband med isoleringen tyder på erosion och eventuell omlagring av äldre sediment. Orsaken kan vara höjning av vattennivån, skogsavverkning, markröjning, svedjebruk eller en kombination av dessa faktorer.

4. GYTTJEJORDARNAS EGENSKAPER

4.1. Material och metoder

På varje provplats (10 st) har det tagits ut provcylindrar (höjd 100 mm, diameter 72 mm) med jord i ostörd lagring, 2-4 paralleller från varje tiocentimetersnivå ned till 1 meters djup. Dessa prover har använts för mätningar av vattenhalt vid olika vattenavförande tryck, skrymdensitet, krympning samt för undersökningar av genomsläppligheten för vatten. I vissa fall har 2 extra cylindrar tagits ut per nivå för att genom odling bestämma vissningsgränsen. Vidare har störda prover från varje tiocentimetersnivå tagits ut för att på dessa utföra kornstorleksanalys och glödgningsförlust, bestämma kompaktensitet och vattenhalt vid 150 meter vattenpelare (m vp) vattenavförande tryck (fysikalisk vissningsgräns) samt göra kemiska analyser.

De fysikaliska egenskaperna i gyttjejordarna har analyserats enligt de metoder som utvecklats vid Avdelningen för lantbrukets hydroteknik vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Metoderna finns beskrivna av Andersson (1955, 1962), Andersson & Wiklert (1970, 1972), Johansson (1964) och Wiklert (1964). De kemiska analyserna är utförda vid Statens Lantbrukskemiska Laboratorium i Uppsala enligt deras rutinmetoder.

Jordart. Ekström (1927) delar in de gyttjiga jordarna efter deras innehåll av organiskt material i gyttjig lera (ca 1-6 %), lergyttja (6-40 %) och gyttja (> 40 %). 1953 reviderades Ekströms indelning (Jordartsnomenklatur, 1953) och gränserna för gyttjelera sattes till 3-6 viktprocent brännbar gyttjesubstans, lergyttja 6-30 % och gyttja > 30 %. Geoteknikerna (Karlsson & Hansbo, 1982) delar också in de gyttjiga jordarna efter halten organisk jord men har följande gränser, för gyttjig lera (2-6 % organisk jord), lergyttja (6-20 %) och gyttja (> 20 %). Det som talar emot Ekströms ursprungliga indelning är att gränsen mellan lergyttja och gyttja (40 %) är för hög. Gyttjejordarna har karaktären av ren gyttja vid betydligt lägre gyttjehalter än så. Gränsen 30 % är att föredra, men även den kan vara i högsta laget om jorden har en hög halt av diatoméer. När det gäller gyttjelerans nedre gräns är Ekströms ca 1 % att föredra. Redan ett mycket litet inslag av gyttja påverkar jordens egenskaper.

Problemet med att inordna gyttjejordarna i de internationella klassificeringssystem som finns har berörts av bl a Larsen (1978). I det amerikanska systemet (Johnson, 1981) hamnar gyttjejordarna någonstans mellan Histosoler och Entisoler.

I denna uppsats har indelningen gjorts enligt Ekström (1927) men med gränsen 30 % mellan lergyttja och gyttja. Halten organiskt material har uppskattats med hjälp av glödgningsförlusten korrigerad för det hårt bundna vattnet som bortgår samtidigt med de organiska ämnena vid glödgningen (Ljung, 1987). Vid höga halter av organiskt material har även halten organiskt kol använts för att uppskatta gyttjehalten. Vid beräkningarna antogs

det att halten organiskt kol i gyttjesubstansen är 58 %.

Kornstorleksfördelning. Den mekaniska analysen har gjorts enligt den av Ljung (1987) beskrivna metoden. Glödgningsförlusten bestämdes genom glödning under minst 1 timme vid en temperatur av 550-600 °C. Vid höga halter av organiskt material (glödgningsförlust > 20 %) bestäms endast glödgningsförlusten och ej mineraldelen eftersom metoden lämpar sig mindre väl för dessa jordar. Höga halter av diatoméer förrycker resultatet av analysen. Dessa har nämligen en benägenhet att uppföra sig som lerpartiklar (porösa, svävar) men kan storleksmässigt variera mellan ler och finmo (Larsen, 1978; Risberg, 1989). Dessutom är diatoméerna av biogent ursprung och bör därför ingå i den organogena delen (glödgningsförlusten).

Kemiska data. Halten organiskt kol beräknades genom att subtrahera karbonatkol från totalkol, båda bestämda med hjälp av torroxidation i en LECO kolanalysapparat. Totalkväve bestämdes enligt den konventionella Kjeldahl-metoden. Totalsvavel bestämdes enligt samma torroxidationsmetod som totalkol. För närmare beskrivning av de kemiska analysmetoderna hänvisas till kapitel 6.3.

Fysikaliska data. Resultaten redovisas i tabeller och volymsdiagram. Vid uttagningen av cylinderproven har ej de största stabila sprickorna i alven tagits med vilket får till följd att materialvolymen får ett något för högt värde. En del av vattenhaltsbestämningarna vid låga vattenavförande tryck har givit orimliga värden. Enligt några mätningar skulle vattenhalten vid vattenavförande trycket 0,05 m vp vara större än porvolymen, vilket inte är möjligt. En förklaring till detta kan vara att provet under mätningarnas gång svällt något över cylinderkanten utan att detta uppmärksammats. Provet har då kunnat ta upp mer vatten än vad som är möjligt enligt porvolymbestämningen som utgår från att jordproppen är avskuren i jämnhöjd med cylinderkanten. Vid redovisningen av jordarnas vattenhållande förmåga anges vattenavförande trycket i m vp.

Vattenhalten vid vissningsgränsen kan bestämmas med hjälp av odling av indikatorväxter eller bestämmas fysikaliskt som vattenhalten vid vattenavförande trycket 150 m vp (Wiklert, 1964). Överensstämmelsen mellan dessa två metoder är relativt god på mineraljord men på organogena jordar är vattenhalten vid den biologiskt bestämda vissningsgränsen nästan genomgående högre än den fysikaliskt bestämda. Det fysikaliskt upptagbara vattnet är inte alltid åtkomligt för växterna på grund av t ex dålig struktur, lågt pH eller andra fysikaliska eller kemiska spärrar.

Torr skrymdensitet erhålles vanligen efter torkning i 105 °C. Jordar med hög halt av organiskt material bör dock torkas vid lägre temperatur för att undvika att en del av det organiska materialet förbränns vid torkningen (Landva et al, 1983). Samtliga prover, utom Åckerud och Kungsängen, torkades under vakuum i 60-70 °C för bestämning av torr skrymdensitet.

Provpropparnas krympning mättes i tre av profilerna. Vid bestämningen av

vattenhalten vid olika vattenavförande tryck har ingen hänsyn tagits till eventuell krympning hos provpropparna.

Genomsläpplighetsmätningar genomfördes på prover från hälften av profiler-na. Mätningarna avser vattengenomsläpplighet i cylinderprover i vattenmät-tat tillstånd. Det är emellertid svårt att ta ut representativa prover på gyttjejordar med permanenta sprickor. Genomsläppligheten i fält är genomgå-ende högre än den som mäts på laboratoriet.

Upptagbart, tillgängligt och åtkomligt vatten. Mängden upptagbart vatten i profilerna ned till 1 meters djup har i volymsdiagrammen definierats som $W_{t, 0,05}$ (vattenhalt vid vattenavförande trycket 0,05 m vp) - $W_{t, 150}$ (vattenhalt vid vattenavförande trycket 150 m vp). Hela denna vattenmängd är under verkliga odlingsförhållanden inte tillgänglig för växterna. Mängden växt-tillgängligt vatten har därför beräknats som skillnaden mellan vattenhalten vid 1 meters dränering och vattenhalten vid vissningsgränsen. Rotdjupet kommer sedan att bli avgörande för hur stor del av det tillgängliga vattnet som är åtkomligt för växterna.

För att kunna bedöma olika jordprofiler ur vattenhushållningssynpunkt kan man ha följande data som riktlinjer. Ett för växterna åtkomligt vattenför-råd inom rotzonen som är mindre än 50 mm räknas som ett litet förråd, mel-lan 50-100 mm betecknas som ett måttligt förråd och mer än 100 mm anses som ett stort vattenförråd.

4.1.1. Kornstorleksdiagram och volymsdiagram. Engelsk översättning (*English translation of terms and symbols in diagrams*)

TRANSLATION OF TERMS AND SYMBOLS IN DIAGRAMS OF SECTION 4.2.

Djup i cm = Depth in cm; Viktprocent = Weight, %; Volymprocent = Volume, %

Textural analysis and loss on ignition diagrams

Ler	clay	<0.002 mm
Finmjäla	fine silt	0.002-0.006 mm
Grovmjäla	medium silt	0.006-0.02 mm
Finmo	coarse silt	0.02-0.06 mm
Grovmo	fine sand	0.06-0.2 mm
Mellansand	medium sand	0.2-0.6 mm
Finsand	coarse sand	0.6-2.0 mm

Volume relations and water tension curves

Materialvolym, V_m = Volume of solids

Porvolym, V_n = Volume of pores

Porositet, n = Porosity

$W_{t, 1,0}$ = Water tension curve, 1.0 metre water column (mwc)

Vissningsgräns, W_v = Wilting point

Upptagbart vatten = Available water is defined as: $W_{t, 0,05}$ (water content at a tension of 0.05 mwc) - $W_{t, 150}$ (water content at a tension of 150 mwc)

Ej upptagbart vatten = Unavailable water

4.2. Resultat - Beskrivning av profilerna

Lokal 1. YNGSJÖKÄRR

Jordart: Kärrtorv som underlagras av lergyttja med sandskikt.

Provtagningsdatum: 840717

Provtagningens omfattning: 6 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Jordarten varierar mycket inom skiftet och överensstämmelsen mellan den kvartärgeologiska provtagningen och den fysikaliska är därför mindre god. Som exempel kan nämnas att sandlagret, som i den geologiska undersökningen återfinns på 140 cm djup, i denna profil kommer redan på 70 cm djup.

Matjorden (0-26 cm) består av en mörkbrun till svart, högförmultnad kärrtorv med ett rikt förgrenat rotsystem. Skarp gräns mot den underliggande brungrå lergyttjan (plansch 4.1) som har ett väl utvecklat system av grova vertikala sprickor. En del av sprickorna är fyllda med kärrtorv. Rötter framför allt längs sprickytorna. Rödbruna-gulbruna rostutfällningar längs gamla rotkanaler. Vid 50 cm djup övergår färgen till svart pga ökad inblandning av kärrtorv. Fortfarande rikligt med rostutfällningar. Gott om sprickor men endast enstaka rötter längs sprickytorna. Vid 70 cm djup börjar ett ca 6 cm tjockt skarpt avgränsat sandskikt. Detta underlagras av ett torv- och sandblandat skikt med stort inslag av vedartade växtrester. Halten torv ökar nedåt för att i profilens botten (97 cm) övergå i ett nytt sandskikt. Profilen är väl genomrotad ned till ca 30 cm djup, därefter återfinns rötterna framför allt på sprickytorna och endast ett fåtal rötter har tagit sig genom sandskiktet på 70 cm djup. Rotutvecklingen hämmas främst av ett extremt lågt pH i alven (tab 4.1). Grundvattenytan stod vid provtagningen på 110 cm djup. Genomsläppligheten i den övre delen av profilen är mycket god pga det välutvecklade spricksystemet.

Porositeten är genomgående hög i profilens organogena lager (tab 4.2). Vattenhalten vid visningsgränsen gick inte att mäta i de nedre lagren pga att rötterna inte kunde utvecklas i den kemiskt mycket sura jorden. Profilen innehåller en stor mängd upptagbart vatten (fig 4.1), men det är en mycket liten andel som är åtkomlig för växterna. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

											Summa
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vatten-											
halt	58,3	58,2	64,2	76,3	78,7	68,6	66,2	36,6	72,0	69,1	648,2
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 40 cm blir då 144 mm, vilket trots det ringa rotdjupet är att beteckna som ett relativt stort vattenförråd.

Tabell 4.1. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Yngsjökärr 1984

Table 4.1. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Yngsjökärr profile 1984

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glödd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	ler clay <0,002	finmjäla f. silt 0,002-0,006	grovmjäla m. silt 0,006-0,02	finmo c. silt 0,02-0,06	grovmo f. sand 0,06-0,2	sand m.+ c. sand 0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10							30,3	16,8	1,24	0,44	13,5	38,2	5,7
10-20							31,9	17,4	1,25	0,73	13,9	23,8	5,2
20-30							44,8	20,8	1,57	1,10	13,2	18,9	3,8
30-40							20,3	9,8	0,83	0,70	11,8	14,0	3,5
40-50							17,8	7,7	0,65	1,00	11,8	7,7	3,2
50-60							25,3	12,2	0,96	1,50	12,7	8,1	2,8
60-70							22,3	7,6	0,68	1,30	11,2	5,8	2,5
70-80	3,9	0,2	0,2	0,3	13,8	80,1	1,4	0,9	0,06	0,08	15,0	11,2	2,7
80-90	11,2	0,7	1,3	1,9	15,4	59,1	10,3	5,3	0,29	0,83	18,3	6,4	2,4
90-100							25,2	14,0	0,56	2,00	25,0	7,0	2,0

Tabell 4.2. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Yngsjökärr 1984

Table 4.2. Summary of the main physical characteristics of the profile Yngsjökärr 1984

Djup Depth	Material Solids	Poror Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)					Torr skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity		
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column					Vissn- gräns Wilting point		efter 1h after 1h	efter 24h after 24h	
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,50	1,00	6,00	150	(g/cm ³)	(g/cm ³)	(mm/h)	(mm/h)	
0-10	28,0	72,0	68,0	62,6	57,8	47,1	16,3	21,1	0,59	2,11	59	89
10-20	30,4	69,6	67,9	61,1	56,9	47,0	20,6	27,5	0,64	2,12	14	22
20-30	27,1	72,9	71,3	65,5	62,8	53,9	22,3	30,3	0,53	1,95	46	78
30-40	16,3	83,7	81,9	76,7	75,5	69,2	15,1	34,1	0,37	2,27	25	18
40-50	14,5	85,5	83,2	78,9	77,2	63,0	12,4	75,5*	0,34	2,31	179	141
50-60	12,6	87,4	74,9	67,8	66,5	57,9	10,8	63,9*	0,28	2,20		
60-70	13,3	86,7	69,7	64,5	63,9	59,1	9,8	52,7*	0,31	2,32		
70-80	50,1	49,9	46,5	24,2	19,4	12,7	1,0	-	1,29	2,57		
80-90	23,3	76,7	73,6	66,3	62,3	35,9	3,5	60,4*	0,58	2,48		
90-100	30,0	70,0	69,1	53,5	46,4	28,8	14,7	-	0,67	2,23		
S:a mm	245,6	745,4	706,1	621,1	618,7	474,6	126,5					

* inga rötter i jordproppen
no roots in soil core



Matjord (0-26 cm):
Högförmultnad kärrtorv

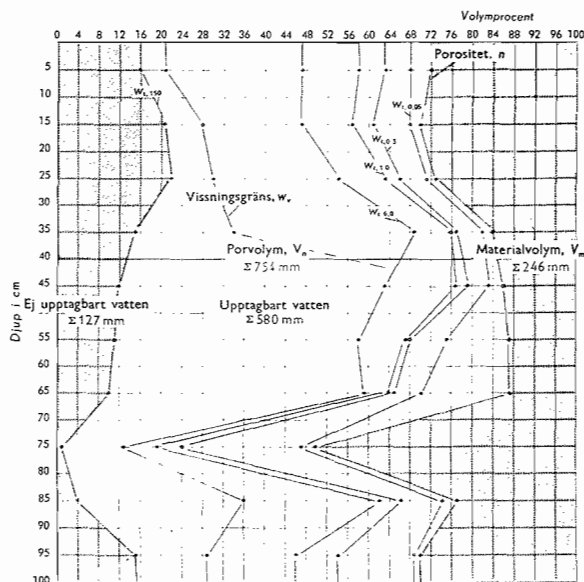
Alv:
26-70 cm lergyttja med välut-
vecklat spricksystem

70-76 cm sand

76-97 cm sandblandad torv

97- cm sand

Plansch 4.1. Fältprofil. Yngsjökärr, 1984.
Plate 4.1. Field profile. Yngsjökärr, 1984.



Figur 4.1. Volymförhållanden
och vattenhaltsskurvor. Yngsjö-
kärr, 1984.

Figure 4.1. Volume relations
and water tension curves. Yng-
sjökärr, 1984. See Section
4.1.1. for key.

Lokal 2. GAMMALSTORP

Jordart: Torvblandad gyttja som underlagras av ren gyttja.

Provtagningsdatum: 820915

Provtagningens omfattning: 4 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden (0-20 cm) består av en mörkbrun något torvblandad gyttja med gry-nig struktur, medan jordarten i alven är en ren gyttja (plansch 4.2). Vid övergången till alven börjar en pelarstruktur utbildas som är fullt utveck-lad redan på 30 cm djup. Pelarna är drygt 15 cm i diameter med rostutfäll-ningar på sprickytorna. I den nedre delen av alven är pelarstrukturen mind-re väl utvecklad. Rotutvecklingen är relativt god ned till 35 cm djup var-efter rötterna buskar till sig och under 40 cm djup förekommer endast en-staka rötter i sprickorna. Rotutvecklingen hämmas främst av ett lågt pH i alvens mellersta delar (tab 4.3).

Porositeten är drygt 75 vol-% i matjorden och ökar nedåt i profilen (tab 4.4). Vattnet är mycket hårt bundet och andelen luft mycket liten i pelarna i alvens mitt (fig 4.2). Man bör dock komma ihåg att andelen stora sprickor, och därmed andelen luft, i de uttagna cylinderproven är lägre än i den naturliga profilen. Vattenhalten vid vissningsgränsen var svår att mäta i den nedre delen av profilen där rotutvecklingen hämmas av ett lågt pH. Profilen innehåller en mycket stor mängd upptagbart vatten (630 mm), men den kemiskt sura alven hindrar rötterna från att utnyttja en stor del av detta förråd. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa										
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vatten-											
halt	57,7	66,3	66,6	69,3	81,3	81,7	82,4	86,8	87,4	94,1	773,6
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 40 cm blir då 88 mm, vilket är att beteckna som ett måttligt vattenförråd. Eftersom området är invallat finns vissa möjligheter att hålla grundvatten-ytan på än högre nivå än 1,0 m och därmed öka mängden åtkomligt vatten.

Tabell 4.3. Sammanställning av glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Gammalstorp 1982 (1986*)

Table 4.3. Summary of loss on ignition and some chemical data of the Gammalstorp profile 1982 (1986*)

Djup Depth	Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	%	%	%	%			
0-10	40,0	19,77	1,56	0,94	12,7	21,0	5,0
10-20	40,0	20,12	1,60	0,96	12,6	21,0	5,6
20-30	38,0	17,88	1,47	1,1	12,2	16,2	4,4
30-40	27,2	18,26	1,49	1,1	12,3	16,6	3,0
40-50	27,2	15,44	1,40	1,4	11,0	11,0	3,1
50-60	32,4	17,12	1,56	3,3	11,0	5,2	3,0
60-70	34,0	16,38	1,51	3,6	10,8	4,6	3,2
70-80	33,2	16,98	1,63	2,7	10,4	6,3	3,8
80-90	33,2	16,31	1,56	3,4	10,5	4,8	5,4
90-100	33,0	17,72	1,64	3,7	10,8	4,8	6,8

* kemiska analyser förutom pH
chemical analysis except pH

Tabell 4.4. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Gammalstorp 1982

Table 4.4. Summary of the main physical characteristics of the Gammalstorp profile 1982

Djup Depth	Material Solids	Porar Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)						Torr- skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column					Vissn.- gräns Wilting point			efter 1h after 1h	efter 24h after 24h
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,50	1,00	6,00	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)	(mm/h)	(mm/h)
0-10	22,9	77,1	71,6	61,8	57,2	50,3	20,9	23,7	0,43	1,89	1,6	1,4
10-20	26,1	73,9	71,7	68,0	65,6	57,1	22,9	31,2	0,50	1,91	0,25	0,00
20-30	19,0	81,0	77,0	67,1	66,2	62,4	21,4	49,2	0,37	1,96	55	92
30-40	15,1	84,9	75,3	69,5	68,8	66,0	18,8	68,0*	0,31	2,04	119	37
40-50	16,9	83,1	83,5	81,3	81,0	78,2	20,7	79,0*	0,34	2,04	1,4	1,1
50-60	17,4	82,6	84,2	81,4	80,5	76,8	20,6	81,2*	0,35	2,00	Sprickor	Sprickor
60-70	14,7	85,3	84,5	81,4	79,9	76,3	18,4	79,6*	0,30	2,02	"	"
70-80	13,1	86,9	89,1	84,0	80,2	68,8	16,7	78,2*	0,27	2,04	"	"
80-90	12,0	88,0	88,6	83,2	78,1	66,7	15,3	68,5*	0,25	2,05	"	"
90-100	10,6	89,4	94,1	85,5	77,1	62,5	14,4	27,7	0,22	2,04	"	"
S:a mm	167,8	832,2	819,6	763,2	734,6	665,1	190,1	586,3				

* inga rötter i jordproppen
no roots in soil cores



85 cm

Matjord (0-20 cm):

Mullblandad gyttja med grynig struktur

Alv:

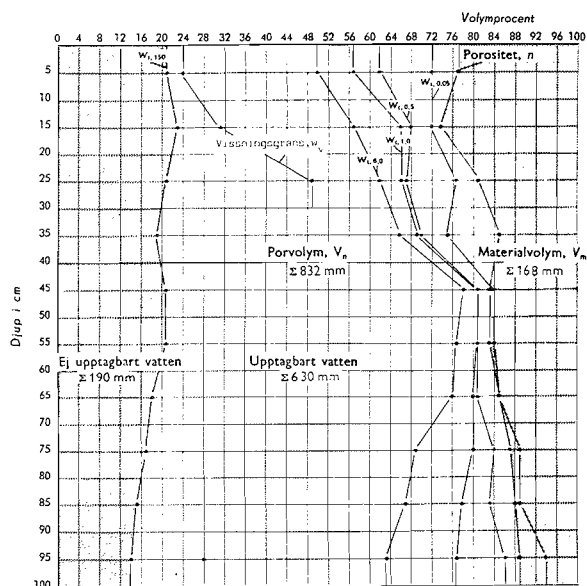
20-30 cm gyttja med begynnande pelarstruktur

30-70 cm gyttja/lergyttja med välutvecklad pelarstruktur och stora sprickor

70- cm gyttja med pelarstruktur, sprickorna något mindre

Plansch 4.2. Vertikalsnitt 0-100 cm. Gammalstorp, 1982.

Plate 4.2. Vertical profile 0-100 cm. Gammalstorp, 1982.



Figur 4.2. Volymförhållanden och vattenhaltskurvor. Gammalstorp, 1982.

Figure 4.2. Volume relations and water tension curves. Gammalstorp, 1982. See Section 4.1.1. for key

Lokal 3. SKÅLBOÖ

Jordart: Torvblandad lergyttja som underlagras av ren lergyttja.

Provtagningsdatum: 771102

Provtagningens omfattning: 6 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden är ca 25 cm djup och består av en torvblandad svämgyttja. Under matjorden följer en övergångszon med mindre inslag av torv (plansch 4.3). Lergyttjan är här gråbrun till färgen med grov grynstruktur för att i nästa skikt övergå i en torvaktigare struktur. På ca 40 cm djup tar den karaktäristiska pellarstrukturen vid med rostutfällningar på sprickytorna. I den nedre delen av alven är spricksystemet mycket svagt utvecklat och den gråbruna lergyttjan skiftar något i blått. På 125 cm djup övergår färgen i gråblått med svarta strimor (FeS). Rotutvecklingen är god i matjorden, men i alvens översta del buskar rötterna till sig och det är endast ett fåtal rötter som tar sig ned i sprickorna i alvens nedre del. De låga pH-värdena i alven (tab 4.5) begränsar det effektiva rotdjupet till 40 cm.

Porositeten är ca 66 vol-% i matjorden och ökar sedan nedåt i profilen. I nedre delen av alven är porositeten över 80 vol-% (tab 4.6). Vattnet är mycket hårt bundet i alvens nedre del medan vattnet i den övre delen av profilen är lösare bundet (fig 4.4). Vattenhalten vid vissningsgränsen är ca 26 vol-% i matjorden men ökar snabbt i alven pga ett sjunkande pH som hämmar rotutvecklingen. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa										
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vatten-											
halt	54,9	54,4	57,2	60,5	68,4	79,7	82,7	83,0	82,5	83,2	706,5
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 40 cm blir då 93 mm. Trots det grunda rotdjupet finns det alltså relativt gott om vatten.

Tabell 4.5. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Skälboö 1977 (1985*)

Table 4.5. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Skälboö profile 1977 (1985*)

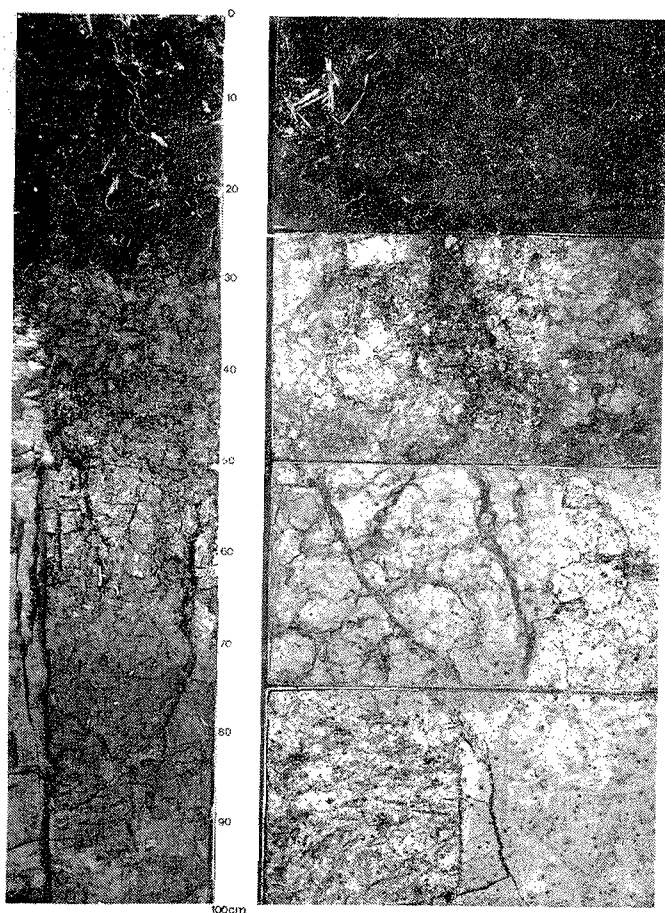
Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	ler clay <0,002	finmjäla f. silt 0,002-0,006	grovmjäla m. silt 0,006-0,02	finmo c. silt 0,02-0,06	grovmo f. sand 0,06-0,2	sand m.+ c. sand 0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10							41,6	22,59	1,22	0,20	18,5	113,0	5,4
10-20							41,4	23,21	1,21	0,20	19,2	116,0	5,5
20-30							37,9	21,24	1,18	0,20	18,0	106,2	4,8
30-40							24,6	8,34	0,52	0,15	16,0	55,6	4,0
40-50	56,9	10,6	7,2	7,9	1,8	0,1	15,5	7,60	0,49	0,28	15,6	27,1	3,6
50-60	42,0	11,2	14,6	15,7	0,6	0,4	15,5	7,62	0,54	0,41	14,2	18,6	3,6
60-70	42,7	9,3	15,1	11,4	5,3	1,1	15,1	7,41	0,61	0,41	12,1	18,1	3,2
70-80	50,3	9,5	13,2	10,9	2,7	0,4	12,9	6,18	0,55	0,43	11,2	14,4	3,2
80-90	49,5	9,2	17,0	8,9	2,6	0,5	12,3	5,05	0,47	0,50	10,8	10,1	3,0
90-100	55,5	14,1	10,2	5,0	2,6	0,4	12,2	5,15	0,48	0,88	10,7	5,8	3,8

* kemiska analyser förutom pH
chemical analysis except pH

Tabell 4.6. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Skälboö 1977

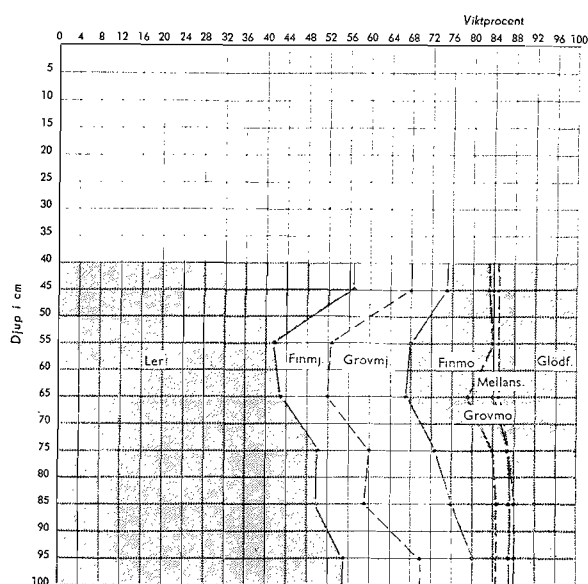
Table 4.6. Summary of the main physical characteristics of the Skälboö profile 1977

Djup <i>Depth</i>	Material <i>Solids</i>	Poror <i>Pores</i>	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) <i>Water content, % v/v (or amount of water, mm)</i>							Torr- skrym- densitet <i>Dry bulk density</i>	Kompakt- densitet <i>Particle density</i>
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av <i>tension, m water column</i>						Vissn.- gräns <i>Wilting point</i>		
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,20	0,50	1,00	6,00	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)
0-10	33,9	66,1	64,0	63,0	59,8	54,4	48,0	26,2	25,7	0,67	1,96
10-20	33,1	66,9	63,3	62,2	57,8	52,9	46,0	25,7	25,6	0,66	1,98
20-30	30,1	69,9	68,5	63,4	58,9	55,5	50,3	31,9	38,1	0,64	2,11
30-40	24,7	75,3	75,0	66,4	61,2	58,8	55,9	35,6	44,9	0,55	2,25
40-50	18,5	81,5	76,1	70,9	68,6	66,7	63,0	22,3	38,1	0,43	2,33
50-60	16,0	84,0	83,5	81,1	79,4	77,9	68,8	24,3	26,9	0,37	2,31
60-70	15,3	84,7	85,1	83,5	81,9	80,5	67,8	24,8	43,5	0,36	2,35
70-80	15,7	84,3	84,5	83,3	81,5	80,0	65,6	23,1	75,3	0,36	2,32
80-90	17,5	82,5	82,8	82,4	81,1	79,6	62,0	25,2	75,7	0,42	2,41
90-100	17,8	82,2	83,2	83,1	81,8	79,7	60,8	27,6	78,3	0,45	2,51
S:a mm	222,6	777,4	766,0	739,3	712,0	686,0	588,2	266,7	472,1		



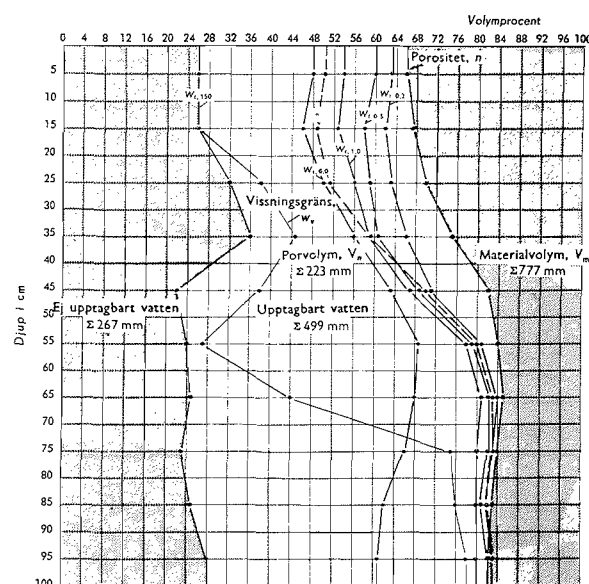
Plansch 4.3. Vertikalsnitt 0-100 cm. Horizontalsnitt från 5, 40, 60 och 95 cm djup. Skälboö, 1977.

Plate 4.3. Vertical profile 0-100 cm. Horizontal sections at 5, 40, 60 and 95 cm depth. Skälboö, 1977.



Figur 4.3. Kornstorleksfördelning och glödgningsförlust. Skälboö, 1977.

Figure 4.3. Textural analysis and loss on ignition. Skälboö, 1977. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.4. Volymförhållanden och vattenhaltsskurvor. Skälboö, 1977.

Figure 4.4. Volume relations and water tension curves. Skälboö, 1977. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 4. JÄRNVALLA

Jordart: Torvblandad lergyttja som underlagras av lergyttja övergående i gyttjelera.

Provtagningsdatum: 751219

Provtagningens omfattning: 6 cylindrar från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden består av en grymig lergyttja med viss inblandning av torvmull (plansch 4.4). Lergyttjan övergår i alvens övre del i gyttjelera med "tärningsstruktur" och rikligt med järnutfällningar runt gamla rotkanaler och längs sprickytor. Redan i alvens övre del finns en tendens till pelarstruktur som på 75 cm djup är fullt utbildad. Matjorden är relativt hårt packad vilket gör att rötterna söker sig till de sprickor som finns. Under matjorden buskar rötterna till sig men fortsätter ned till ca 70 cm där ett lågt pH begränsar tillväxten (tab 4.7). Lerinnehållet vid Järnvalla är stort, ca 15 viktprocent högre än vid Skälboö.

Porositeten är drygt 70 vol-% i hela profilen, förutom plogsulan där den är 10 vol-% lägre (tab 4.8). Andelen grova porer är mycket stor och en stor mängd vatten avgår redan vid låga vattenavförande tryck (fig 4.6). Speciellt matjorden innehåller mycket luft vid normal dränering. Vattenhalten vid vissningsgränsen är ca 24 vol-% i matjorden men ökar i alven till drygt 40 vol-%. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

												Summa
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)	
Vattenhalt	31,7	45,4	52,6	53,9	54,8	55,2	60,4	61,6	70,0	72,4	558,0	
(vol-%)												

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 70 cm blir då 96 mm. Trots ett relativt stort rotdjup är mängden åtkomligt vatten inte särskilt stor pga av den stora andelen grova porer.

Tabell 4.7. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Järnvalla 1975 (1985*)

Table 4.7. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Järnvalla profile 1975 (1985*)

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
	ler clay	finmjåla f. silt	grovmjåla m. silt	finmo c. silt	grovmo f. sand	sand m.+ c. sand							
cm	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10	57,0	13,7	7,5	3,4	1,3	0,3	16,8	6,10	0,50	0,14	12,3	43,6	5,9
10-20	60,2	11,3	7,1	3,3	0,9	0,3	16,9	5,86	0,48	0,14	12,3	41,9	5,9
20-30	60,9	10,5	11,7	0,1	1,2	0,2	15,4	5,08	0,43	0,12	11,8	42,3	5,9
30-40	64,2	8,5	7,4	6,4	2,3	0,9	10,3	2,90	0,30	0,11	9,6	26,4	4,4
40-50	66,5	12,1	7,7	4,8	0,8	0,3	7,8	2,52	0,30	0,12	8,5	21,0	4,2
50-60	66,8	11,2	8,4	4,4	1,0	0,4	7,8	2,70	0,33	0,15	8,1	18,0	3,9
60-70	62,4	16,6	5,9	2,0	2,4	1,9	8,8	2,83	0,36	0,17	7,8	16,6	3,9
70-80	62,2	14,0	9,3	0,1	2,8	2,2	9,4	3,11	0,39	0,18	7,9	17,3	3,8
80-90	68,0	11,4	5,5	2,5	2,1	1,5	9,0	3,78	0,49	0,38	7,7	10,0	3,5
90-100	59,2	15,4	6,2	5,8	2,9	1,2	9,3	3,92	0,52	1,00	7,6	3,9	3,7

* kemiska analyser förutom pH
chemical analysis except pH

Tabell 4.8. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Järnvalla 1975

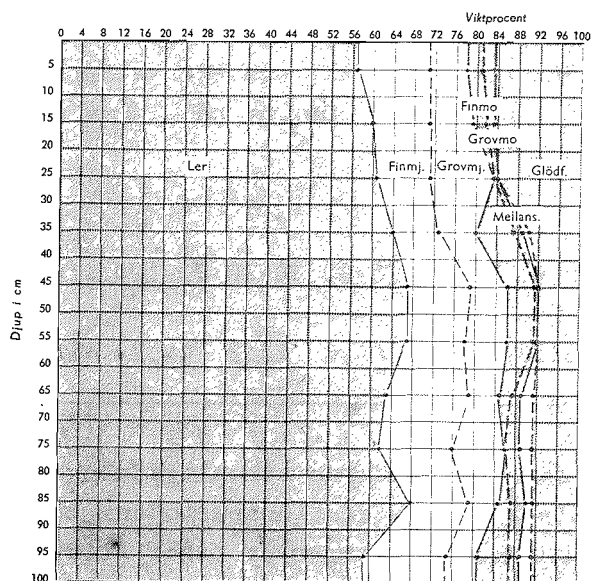
Table 4.8. Summary of the main physical characteristics of the Järnvalla profile 1975

Djup Depth	Material Solids	Poror Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)								Torr- skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column							Vissn.- gräns Wilting point		
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,20	0,50	1,00	6,00	50	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)
0-10	25,1	74,9	42,0	34,6	33,1	31,5	28,1	18,7	18,7	20,6	0,55	2,20
10-20	32,1	67,9	53,3	47,3	46,7	44,9	41,1	23,0	23,4	27,7	0,71	2,21
20-30	40,1	59,9	60,0	55,3	53,7	51,4	48,8	28,3	29,0	37,3	0,88	2,19
30-40	33,4	66,6	65,6	57,2	54,4	52,7	51,7	29,3	29,9	37,5	0,80	2,39
40-50	32,3	67,7	64,5	56,7	55,0	53,4	52,7	28,8	28,4	42,3	0,79	2,44
50-60	29,1	70,9	62,3	56,2	55,0	54,6	52,7	29,0	27,2	46,8	0,72	2,46
60-70	25,3	74,7	66,2	60,8	60,0	59,7	57,3	26,9	25,1	45,8	0,62	2,45
70-80	22,1	77,9	65,5	61,7	61,3	60,8	56,9	23,6	22,7	46,1	0,53	2,39
80-90	22,0	78,0	72,0	69,0	68,6	68,2	65,8	23,6	22,8	44,9	0,53	2,41
90-100	22,5	77,5	72,4	70,1	69,7	69,5	66,8	23,6	22,7	42,6	0,54	2,39
S:a mm	284,0	716,0	623,8	568,9	557,5	546,7	521,9	236,1	249,9	391,6		



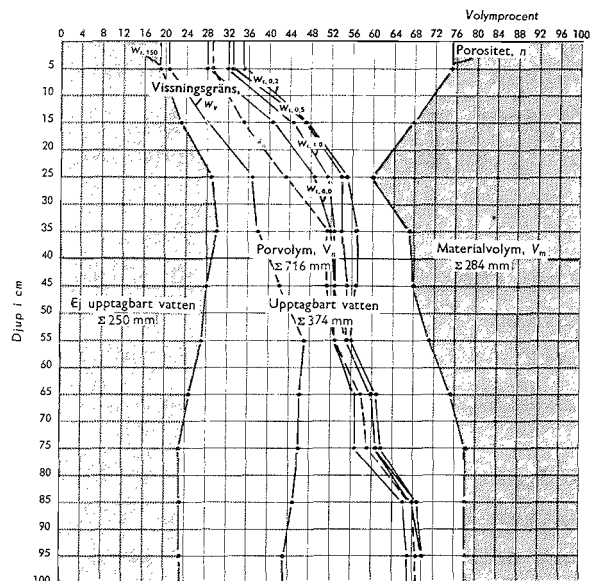
Plansch 4.4. Vertikalsnitt 0-100 cm. Horisontalsnitt från 25, 50, 65 och 85 cm djup. Järnvalla, 1975.

Plate 4.4. Vertical profile 0-100 cm. Horizontal sections at 25, 50, 65 and 85 cm depth. Järnvalla, 1975.



Figur 4.5. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Järnvalla, 1975.

Figure 4.5. Textural analysis and loss on ignition. Järnvalla 1975. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.6. Volymsförhållanden och vattenhaltsskurvor. Järnvalla, 1975.

Figure 4.6. Volume relations and water tension curves. Järnvalla, 1975. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 5. ÄCKERUD

Jordart: Mullrik mjälig mellanlera som underlagras av en mjälig styv lera.

Provtagningsdatum: 840619

Provtagningsgarnas omfattning: 6 cylindrar från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden (0-23 cm) består av en mjälig mellanlera med hög mullhalt (tab 4.9) och grynig struktur (plansch 4.5). Lerhalten i alven ökar sakta med djupet (fig 4.7) medan halten mjäla sjunker vid övergången till alven för att sedan vara relativt konstant. Jorden är i skiktet 23-30 cm hård och till färgen vitgrå med gula rostutfällningar. I skiktet 30-45 cm är jorden mjukare med ett mussligt brott och rostutfällningarna har en rödaktig färg. I det följande skiktet (45-57 cm) hårdnar jorden och rostutfällningarna övergår i rosarött. En viss tendens till pelarbildning kan skönjas. I skiktet 57-85 cm är jorden hård med grå färg skiftande i rosa. En mycket svag pelarstruktur går att urskilja. Pelarytorna har svartbruna utfällningar i nätformationer. Under detta skikt är jorden mycket kompakt och någon pelarstruktur går ej längre att spåra. Rötter fanns vid provtagningsstillfället framför allt i sprickor ned till 40 cm djup.

Porositeten är ca 59 vol-% i den mullrika matjorden men sjunker snabbt till drygt 45 vol-% i alven (tab 4.10). Den höga mullhalten i matjorden avspeglar sig också i en låg torr skrymdensitet som sedan ökar markant vid övergången till alven. Genomsläppligheten är god i profilens övre del men mycket låg i en del skikt i alven (tab 4.10). Vattnet binds relativt hårt i alven men är något lösare bundet i matjorden (fig 4.8). Vattenhalten vid vissningsgränsen är ca 22 vol-% i matjorden och ökar till dryga 30 vol-% i alven. Den täta strukturen gör att växterna kan ta upp betydligt mindre vatten än vad den texturella vissningsgränsen (vattenhalt vid ett vattenavförande tryck av 150 m vp) antyder. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa										
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vattenhalt	40,7	42,2	38,0	40,3	39,1	41,3	40,5	43,0	43,2	44,2	412,5
(vol-%)											

Vid ett effektivt rotdjup av 40 cm blir den för växterna åtkomliga mängden vatten endast 60 mm. Detta rotdjup uppmättes vid vegetationsperiodens början och det är troligt att rotdjupet senare under säsongen är något större. Vid ett rotdjup av 80 cm blir mängden åtkomligt vatten nästan 100 mm.

Tabell 4.9. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Äckerud 1984

Table 4.9. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Äckerud profile 1984

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	pH (H ₂ O)
	ler clay	finmjäla f. silt	grovmjäla m. silt	finmo c. silt	grovmö f. sand	sand m.+ c. sand			
cm	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-2,0	%	%	
0-10	37,9	17,5	22,5	8,1	1,9	2,3	9,7	3,57	5,6
10-20	39,7	14,6	19,5	14,7	1,3	1,7	8,4	4,09	5,7
20-30	46,9	13,7	14,2	19,0	1,8	1,0	3,3	0,25	5,5
30-40	50,8	13,2	17,1	10,1	3,2	2,4	3,2	0,10	5,8
40-50	48,8	20,2	10,2	13,9	2,3	1,8	2,8	0,06	6,2
50-60	53,2	14,7	12,0	15,9	0,9	0,9	2,5	0,07	6,4
60-70	52,9	14,3	13,3	15,1	1,4	0,9	2,1	0,02	6,6
70-80	56,6	13,4	11,2	14,9	1,2	0,6	2,1	0,02	6,8
80-90	52,5	17,9	13,1	12,9	1,1	0,4	2,2	0,04	6,8
90-100	58,7	14,4	15,2	7,9	1,1	0,7	2,0	0,03	7,0

Tabell 4.10. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Äckerud 1984

Table 4.10. Summary of the main physical characteristics of the Äckerud profile 1984

Djup Depth	Material Solids	Porer Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)						Torr- skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column					Vissn.- gräns Wilting point			after 1h	after 24h
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,50	1,00	6,00	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)	(mm/h)	(mm/h)
0-10	42,3	57,7	53,1	42,1	40,5	36,6	9,2	23,5	1,06	2,51	218	175
10-20	40,2	59,8	50,4	43,0	41,8	37,7	9,2	19,5	1,18	2,57	483	466
20-30	55,2	44,8	42,0	38,5	37,5	35,2	14,2	26,3	1,49	2,71	182	151
30-40	53,5	46,5	44,2	40,5	39,8	37,6	14,2	32,3	1,47	2,74	0,6	0,5
40-50	54,3	45,7	43,1	39,2	38,3	36,2	16,3	30,3	1,49	2,75	10	20
50-60	55,8	44,2	43,5	41,0	40,3	38,4	16,3	31,6	1,52	2,72	7,6	20
60-70	54,7	45,3	42,8	39,4	38,9	37,0	19,6	31,1	1,50	2,74	42	23
70-80	54,1	45,9	44,2	41,4	41,4	39,9	22,8	33,9	1,49	2,76	53	13
80-90	54,0	46,0	43,8	40,9	40,6	39,3	14,7	32,7	1,47	2,72	2,2	4,2
90-100	54,1	45,9	44,2	42,4	41,4	40,2	18,8	33,1	1,48	2,74	1,2	1,7
S:a mm	518,2	481,8	451,3	408,4	400,5	378,1	155,3	294,3				



100 cm

Matjord (0-23 cm):
Mullrik mjällig mellanlera

Alv:

23-30 cm styv lera, vitgrå med gula rostutfällningar

30-45 cm styv lera, röda rostutfällningar

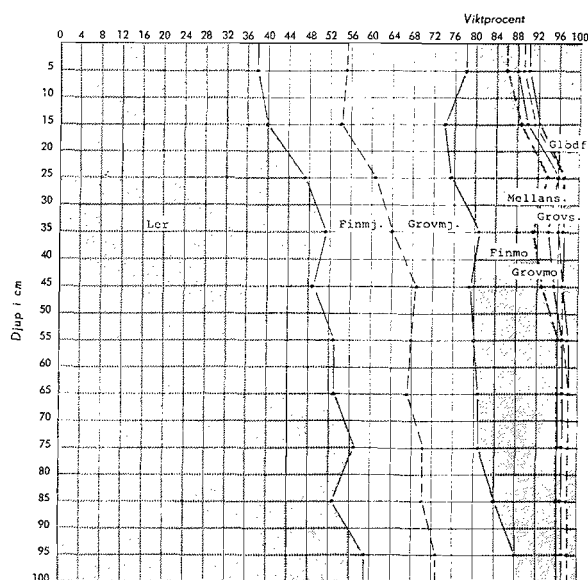
45-57 cm styv lera, rosaröda rostutfällningar, viss tendens till pelarbildning

57-85 cm styv lera, grå färg skiftande i rosa, mycket svag pelarstruktur

85-100 cm styv lera, kompakt

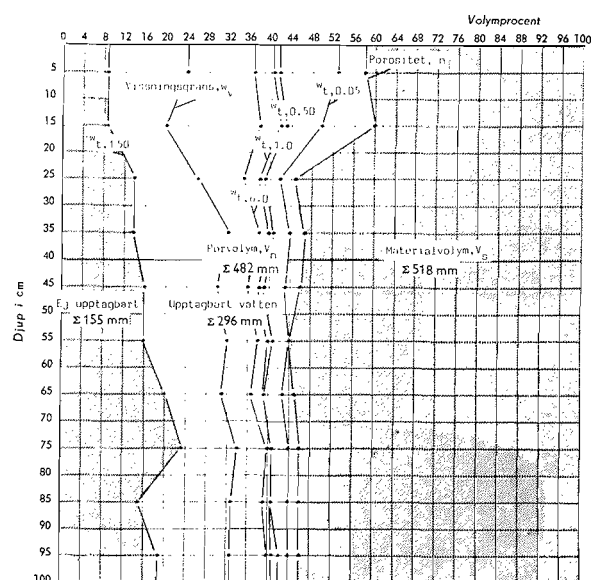
Plansch 4.5. Vertikalsnitt 0-100 cm. Äckerud, 1984.

Plate 4.5. Vertical profile 0-100 cm. Äckerud, 1984.



Figur 4.7. Kornstorleksfördelning och glödgningsförlust. Äckerud, 1984.

Figure 4.7. Textural analysis and loss on ignition. Äckerud, 1984. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.8. Volymförhållanden och vattenhaltsskurvor. Äckerud, 1984.

Figure 4.8. Volume relations and water tension curves. Äckerud, 1984. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 6. KURÖ

Jordart: Mullblandad gyttjelera underlagrad av ren gyttjelera.

Provtagningsdatum: 790831

Provtagningens omfattning: 6 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden (0-25 cm) består av en något mullblandad gyttjelera med stort inslag av mjäla och mo (tab 4.11). Vid övergången till alven ökar lerhalten markant och är i vissa skikt (40-50 cm, 70-80 cm) över 60 %. Gyttjeinslaget i alven är mycket litet men ger trots detta jorden typiska gyttjeegenskaper. Strukturen i övre alven är grynig och övergår vid 50 cm djup i en permanent pelarstruktur med järnutfällningar på sprickyterna. Rotutvecklingen är god i profilens övre delar men på 50 cm djup buskar rötterna till sig och det är endast ett fåtal rötter som fortsätter ned i pelarstrukturen. Det begränsade rotdjupet beror framför allt på låga pH-värden redan på 40 cm djup (tab 4.11).

Porositeten är ca 60 vol-% i matjorden, ökar något med djupet och är i skiktet 90-100 cm drygt 70 vol-% (tab 4.12). Andelen grova porer är relativt stor i hela profilen (fig 4.10) och tillsammans med det permanenta spricksystemet gör detta profilen mycket lättdränerad. Vattenhalten vid vissningsgränsen kunde inte bestämmas för skiktet 70-100 cm pga att rötterna inte kunde utvecklas i den kemiskt mycket sura jorden (tab 4.12). Även i övriga delar av alven hämmades rotutvecklingen av ett lågt pH. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa										
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vatten-											
halt	43,9	46,8	49,6	47,6	49,4	48,7	57,0	55,4	64,1	66,7	529,2
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 50 cm blir då 56 mm räknat på den odlade vissningsgränsen. Profilen är mycket torkkänslig. Eftersom området är invallat finns vissa möjligheter att hålla grundvattenytan på en högre nivå och därmed öka mängden åtkomligt vatten. Någon risk för att man då skulle kväva grödan föreligger inte eftersom profilen har ett välutvecklat permanent spricksystem.

Tabell 4.11. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Kurö 1979 (1985*)

Table 4.11. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Kurö profile 1979 (1985*)

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
	ler clay	finmjåla f. silt	grovmjåla m. silt	finmo c. silt	grovmö f. sand	sand m.+ c. sand							
cm	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10	47,4	12,5	13,0	12,9	4,9	0,4	8,8	5,77	0,21	0,10	27,6	57,7	5,7
10-20	47,9	11,5	13,2	12,8	5,1	0,4	9,0	3,34	0,21	0,09	15,8	37,1	5,4
20-30	48,4	11,2	13,3	12,5	5,8	0,8	8,0	1,52	0,15	0,06	10,3	25,3	5,2
30-40	57,3	12,2	10,0	9,0	4,0	1,1	6,2	0,73	0,10	0,06	7,7	12,2	4,5
40-50	61,9	13,0	8,3	9,0	2,2	0,5	5,1	0,71	0,09	0,04	7,6	17,8	4,0
50-60	50,5	11,2	10,8	15,8	6,0	0,7	4,9	0,89	0,08	0,01	11,0	89,0	3,8
60-70	53,0	12,4	11,3	12,9	4,3	1,3	4,7	0,64	0,08	0,01	7,5	64,0	3,6
70-80	60,8	12,9	10,8	6,9	2,1	1,3	5,1	0,66	0,09	0,02	7,7	33,0	3,2
80-90	58,6	14,1	10,7	7,3	2,3	1,3	5,6	0,59	0,82	0,02	0,7	29,5	3,1
90-100	57,9	13,9	9,6	6,9	3,2	3,0	5,4	0,51	0,83	<0,01	0,6	<51,0	3,3

* kemiska analyser förutom pH

chemical analysis except pH

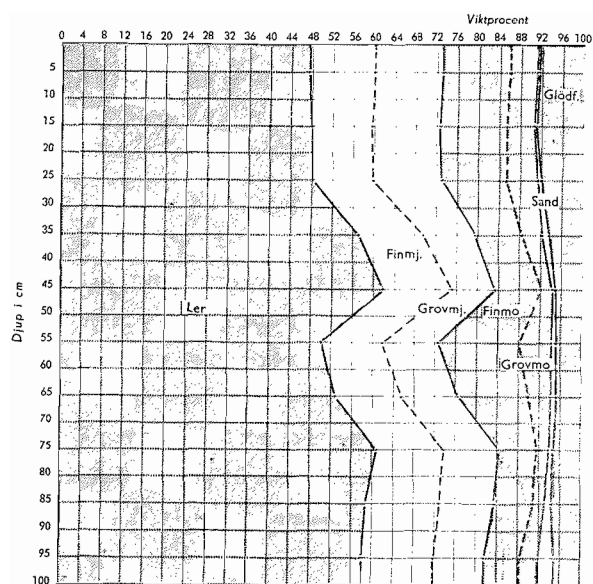
Tabell 4.12. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Kurö 1979

Table 4.12. Summary of the main physical characteristics of the Kurö profile 1979

Djup Depth	Material Solids	Porer Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)										Torr skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Krympning (%) after torkning i 105 °C Shrinkage (%) after drying at 105 °C			Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity		
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column												Vissn- gräns Wilting point				after 1h after 1h	after 24h after 24h
			0,05	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	50	150	(g/cm ³)	(g/cm ³)				horis.	vert.	vol.	(mm/h)	(mm/h)
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	50	150			(g/cm ³)	(g/cm ³)	horis.	vert.	vol.	(mm/h)	(mm/h)	
0-10	38,2	61,8	55,7	45,6	43,7	41,6	40,2	39,2	31,0	23,3	22,3	1,01	2,64	6,2	7,3	18,4	291	157		
10-20	41,9	58,1	52,8	47,7	46,4	45,0	43,6	42,5	34,6	25,4	25,3	1,11	2,64	3,8	4,4	11,5	222	118		
20-30	39,1	60,9	58,7	50,3	49,0	48,0	47,1	46,5	34,9	25,5	37,0	1,07	2,74	3,5	5,4	11,9	26	12		
30-40	34,8	65,2	60,4	47,9	47,0	46,2	45,3	44,9	36,2	29,6	43,4*	0,95	2,72	4,0	7,1	14,4	522	102		
40-50	33,5	66,5	56,6	49,4	48,9	48,3	47,7	47,3	33,1	27,9	53,6*	0,91	2,72	6,1	8,9	19,8	1625	343		
50-60	35,2	64,8	54,6	48,0	47,2	46,5	45,7	44,7	31,2	24,0	58,6	0,96	2,73	4,2	8,0	15,6	1226	211		
60-70	32,6	67,4	59,8	55,6	55,2	54,7	53,9	53,1	31,2	23,9	60,0	0,90	2,77	7,7	8,4	22,0	944	204		
70-80	31,9	68,1	57,7	52,5	51,9	51,4	50,7	49,9	32,8	26,2	-	0,88	2,77	6,5	10,1	21,4	818	253		
80-90	30,6	69,4	65,0	60,9	60,4	59,8	59,0	58,3	31,2	24,4	-	0,84	2,75	5,8	8,1	18,5	296	42		
90-100	29,5	70,5	66,7	63,7	63,3	62,8	62,0	61,5	31,7	24,7	-	0,82	2,79	9,4	10,2	26,2	558	248		
S:a mm	347,3	652,7	588,0	521,6	513,0	504,3	495,2	487,9	327,9	254,9										

* inga rötter i jordproppen

no roots in soil cores



Figur 4.9. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Kurö, 1979.
Figure 4.9. Textural analysis and loss on ignition. Kurö, 1979. See Section 4.1.1. for key.

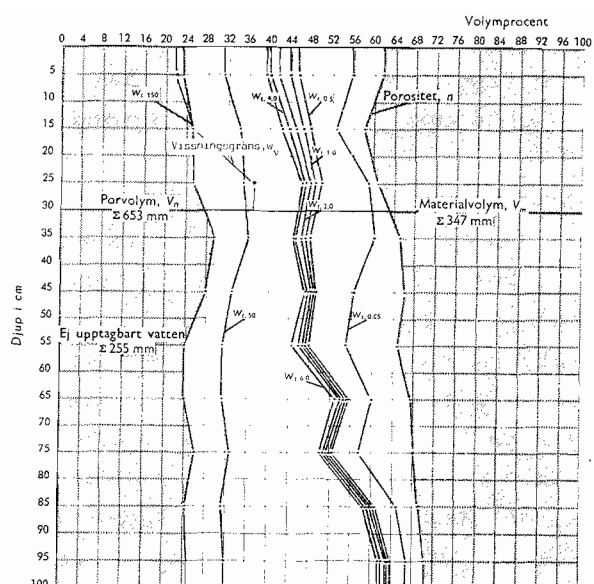


Figure 4.10. Volume relations and water tension curves. Kurö, 1979.
Figure 4.10. Volume relations and water tension curves. Kurö, 1979. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 7. NIBBLE

Jordart: Mullrik lergyttja som underlagras av gyttjelera.

Provtagningsdatum: 760512

Provtagningens omfattning: 3 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 80 cm djup. Ingen vissningsgränsbestämning.

Matjorden och övre delen av alven (0-40 cm) består av en mullrik lergyttja med ensartad struktur utan markerad plogsula (tab 4.13). Vid 40 cm djup sjunker halten organogent material och lergyttjan övergår i en gyttjelera med grynstruktur. Inslaget av mjäla och finmo är relativt stort i gyttjeleran. På ca 60 cm djup tar den karakteristiska pelarstrukturen vid med rostutfällningar på sprickyterna. Området är invallat och grundvattenytan ligger på knappt 1,0 m under större delen av vegetationsperioden. Rötterna är väl utvecklade ned till ca 40 cm djup. En del rötter återfinns även i sprickorna nere i pelarstrukturen. Jorden i profilens nedre del är kemiskt sur vilket kan hämma rotutvecklingen.

Porositeten är ca 66 % i hela profilen. Vattnet är relativt löst bundet i profilens övre delar, men något hårdare bundet i pelarna i alvens nedre del (fig 4.12). Någon vissningsgränsbestämning gjordes aldrig vid Nibble men det är troligt att växterna kan tillgodogöra sig en stor del av det upptagbara vattnet. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa								
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	(mm)
Vatten-									
halt	45,6	44,8	48,0	46,4	49,8	50,4	57,3	61,0	412,5
(vol-%)									

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 60 cm blir då 142 mm beräknat på vattenhalten vid vattenavförande trycket 150 m vp.

Tabell 4.13. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödgningsförlust samt några kemiska data för profilen Nibble 1976 (1985*)

Table 4.13. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Nibble profile 1976 (1985*)

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
	ler clay	finmjäla f. silt	grovmjäla m. silt	finmo c. silt	grovmö f. sand	sand m.+ c. sand							
cm	<0,002	0,002-0,006	0,006-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10	54,9	13,4	6,5	5,4	0,6	0,3	18,8	11,02	0,85	0,14	13,0	78,7	4,4
10-20	54,7	13,0	9,2	3,5	0,5	0,3	18,7	10,67	0,86	0,12	12,5	88,9	4,5
20-30	56,0	11,9	9,8	4,1	0,6	0,3	17,3	10,54	0,91	0,14	11,5	75,3	4,3
30-40	56,1	11,4	10,1	5,9	0,6	0,5	15,5	5,50	0,45	0,09	12,3	61,1	4,0
40-50	52,9	14,4	13,8	8,8	2,5	0,8	6,7	1,51	0,18	0,10	8,3	15,1	3,9
50-60	54,7	15,6	14,0	7,7	2,4	0,6	5,0	1,59	0,19	0,10	8,5	15,9	3,8
60-70	54,0	15,2	13,3	9,3	2,0	1,0	5,2	1,60	0,19	0,14	8,4	11,4	3,8
70-80	57,0	15,9	13,1	6,4	1,9	0,5	5,3	1,65	0,21	0,33	7,8	5,0	3,8
80-90								1,62	0,21	0,44	7,6	3,7	3,7
90-100								1,67	0,23	0,77	7,3	2,2	3,8

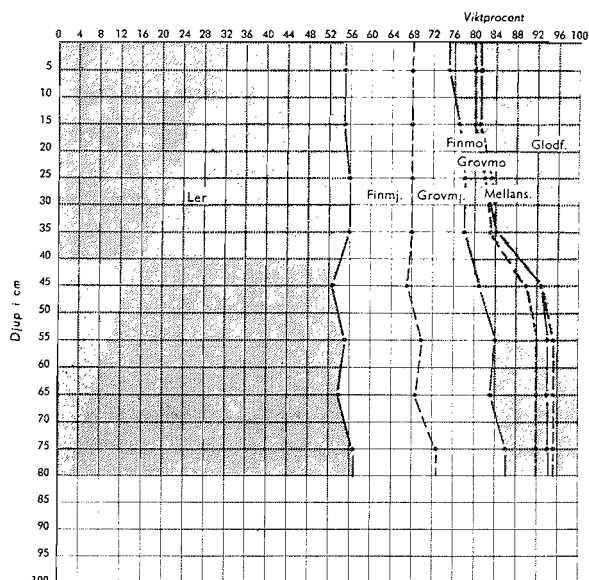
* kemiska analyser förutom pH

chemical analysis except pH

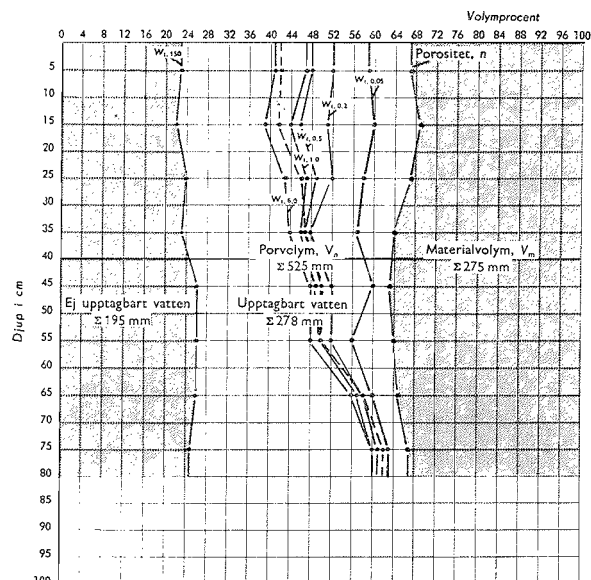
Tabell 4.14. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Nibble 1976

Table 4.14. Summary of the main physical characteristics of the Nibble profile 1976

Djup <i>Depth</i>	Material <i>Solids</i>	Porer <i>Pores</i>	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) <i>Water content, % v/v (or amount of water, mm)</i>						Torr- skrym- densitet <i>Dry bulk density</i>	Kompakt- densitet <i>Particle density</i>
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av <i>tension, m water column</i>							
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,20	0,50	1,00	6,00	150	(g/cm ³)	(g/cm ³)
0-10	32,9	67,1	59,3	51,7	48,0	46,5	41,3	23,2	0,75	2,27
10-20	31,3	68,7	60,3	50,7	45,9	44,4	39,2	22,4	0,72	2,29
20-30	33,4	66,6	58,0	52,3	48,8	47,3	42,5	24,1	0,78	2,32
30-40	35,9	64,1	56,6	48,4	46,5	46,1	43,8	22,9	0,88	2,45
40-50	37,1	62,9	59,5	51,6	49,9	49,4	47,5	25,8	0,94	2,53
50-60	36,1	63,9	56,4	51,6	50,2	49,9	48,4	25,9	0,92	2,56
60-70	34,7	65,3	59,6	57,7	56,9	56,9	55,6	25,5	0,89	2,57
70-80	33,4	66,6	62,5	61,1	60,4	60,4	59,5	24,8	0,85	2,55
S:a mm	274,8	525,2	472,2	425,1	406,6	400,9	377,8	194,6		



Figur 4.11. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Nibble, 1976.
Figure 4.11. Textural analysis and loss on ignition. Nibble, 1976. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.12. Volymsförhållanden och vattenhaltsskurvor. Nibble, 1976.
Figure 4.12. Volume relations and water tension curves. Nibble, 1976. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 8. KUNGSÄNGEN

Jordart: Något mullblandad gyttjelera som underlagras av ren gyttjelera.

Provtagningsdatum: 680606

Provtagningens omfattning: 4 cylinderprover från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden består av en något mullblandad brungrå gyttjelera i grynstruktur, som dock vid packning kan bli tämligen kompakt (plansch 4.6). Inslaget av mjäla och finmo är stort i såväl matjord som alv (tab 4.15). Gyttjeleran har i alvens övre del grov grynstruktur som på 70 cm djup övergår i pelarstruktur. Färgen är genomgående gråaktig med rostutfällningar på sprickytorna. Rotutvecklingen är god i hela profilen.

Porositeten är hög (>60 vol-%) och vattnet relativt löst bundet i hela profilen utom skiktet 20-40 cm där porositeten är något lägre (tab 4.16) och vattnet något hårdare bundet. Vattenhalten vid vissningsgränsen är ca 28 vol-% i matjorden, men ökar med djupet och är i det djupaste skiktet ca 36 vol-%. Skillnaden i vattenhalt mellan vissningsgränsen och vattenavförande trycket 150 m vp är tämligen stor vilket antyder att rötterna inte haft möjlighet att tillgodogöra sig allt upptagbart vatten. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

	Summa										
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)
Vattenhalt	46,0	50,2	50,1	53,2	51,1	52,4	53,7	53,3	58,6	62,4	531,0
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 100 cm blir då 209 mm, således ett mycket stort förråd av vatten. Gyttjelijorden vid Kungsängen är en av de bästa odlingsjordarna i landet.

Tabell 4.15. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Kungsängen 1968 (1985*)

Table 4.15. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Kungsängen profile 1968 (*)

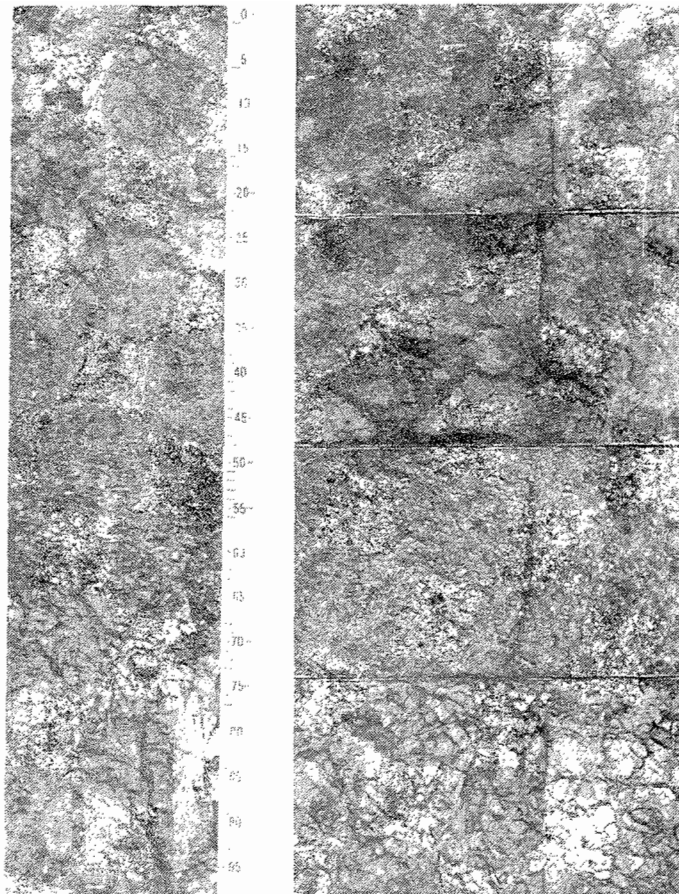
Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	ler clay <0,002	finmjäla f. silt 0,002-0,006	grovmjäla m. silt 0,006-0,02	finmo c. silt 0,02-0,06	grovmo f. sand 0,06-0,2	sand m.+ c. sand 0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10	46,0	16,3	13,0	9,6	1,8	3,8	9,5	5,44	0,59	0,04	9,3	136,0	5,4
10-20	44,4	17,0	14,0	7,3	3,3	4,1	9,9	2,07	0,22	0,03	9,2	103,5	5,6
20-30	44,4	15,8	15,8	7,7	3,3	3,1	10,0	1,74	0,19	0,03	9,2	58,0	6,0
30-40	48,7	15,8	11,5	9,6	2,9	0,5	11,1	1,37	0,16	0,03	8,8	45,7	5,9
40-50	54,0	11,3	15,2	9,3	3,7	0,5	5,8	1,34	0,16	0,04	8,3	26,8	5,7
50-60	52,0	12,2	13,1	10,7	4,9	1,8	4,9	1,50	0,18	0,04	8,5	18,8	5,0
60-70	51,6	14,4	11,4	10,5	4,6	2,4	5,0	1,27	0,17	0,05	7,3	10,6	4,5
70-80	46,2	13,3	11,3	10,9	5,0	8,4	4,9	1,34	0,18	0,05	7,3	12,2	4,2
80-90	45,4	15,7	10,8	9,8	5,6	7,4	5,3	1,29	0,18	0,07	7,1	12,9	4,2
90-100	49,2	15,5	10,8	10,8	4,3	3,3	6,0	1,33	0,18	0,07	7,4	13,3	4,1

* kemiska analyser
chemical analysis

Tabell 4.16. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Kungsängen 1968

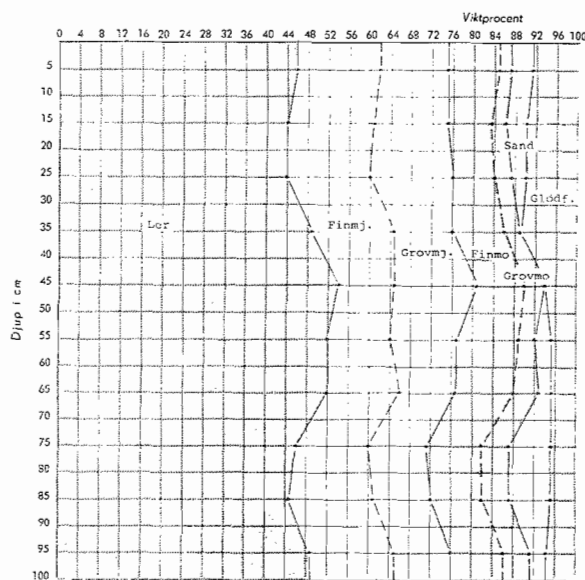
Table 4.16. Summary of the physical characteristics of the Kungsängen profile 1968

Djup Depth	Material Solids	Porer Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)										Torr- skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Krympning (%) efter torkning i 105 °C Shrinkage (%) after drying at 105°C	Genomsläpp- lighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column														
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,15	0,50	1,00	3,00	10,00	50	150			(g/cm ³)	(g/cm ³)	horis. vert. vol.	(mm/h)	
0-10	37,9	62,1	52,8	50,7	48,6	45,7	43,8	40,6	28,9	20,5	27,7	0,96	2,54	7,4	9,2	22,2	200
10-20	45,4	54,6	53,7	53,2	51,7	49,6	48,1	44,5	32,9	20,7	27,9	1,14	2,52	5,7	5,5	16,1	25
20-30	42,4	57,6	55,0	54,0	51,6	48,6	47,0	43,8	33,2	21,8	28,1	1,07	2,52	4,6	4,4	12,9	49
30-40	36,6	63,4	62,8	62,0	54,6	50,0	47,6	43,4	30,5	21,7	31,7	0,92	2,50	4,3	5,1	13,0	4,4
40-50	37,2	62,8	59,4	56,7	51,5	47,9	46,2	43,5	35,6	25,2	32,4	0,98	2,64	2,6	4,5	9,3	52
50-60	35,2	64,8	60,8	57,3	51,6	48,9	47,4	45,4	35,7	25,0	34,6	0,93	2,65	2,5	4,9	9,7	300
60-70	34,3	65,7	58,5	54,6	53,1	50,3	48,3	45,7	34,7	24,4	35,8	0,91	2,64	4,7	4,5	13,3	1540
70-80	31,9	68,1	56,2	53,8	52,1	52,2	49,6	46,5	30,3	24,1	34,4	0,85	2,66	4,1	6,1	13,7	1470
80-90	31,1	68,9	59,2	58,6	57,0	57,0	54,4	48,9	30,0	23,2	33,3	0,83	2,66	4,5	5,2	13,6	390
90-100	32,0	68,0	62,4	62,3	60,5	57,8	55,9	52,8	30,8	24,3	35,9	0,85	2,65	7,9	12,2	25,5	330
S:a mm			364,0	636,0	580,8	563,2	532,4	508,0	488,3	455,1	322,6	230,9	321,8				



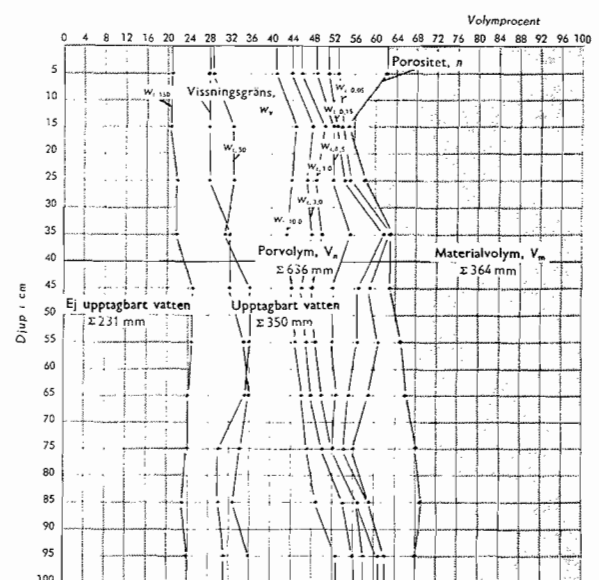
Plansch 4.6. Vertikalsnitt 0-100 cm. Horizontalsnitt från 5, 25, 45 och 85 cm djup. Kungsängen, 1968.

Plate 4.6. Vertical profile 0-100 cm. Horizontal sections at 5, 25, 45 and 85 cm depth. Kungsängen, 1968.



Figur 4.13. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Kungsängen, 1968.

Figure 4.13. Textural analysis and loss on ignition. Kungsängen, 1968. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.14. Volymsförhållanden och vattenhaltsskurvor. Kungsängen, 1968.

Figure 4.14. Volume relations and water tension curves. Kungsängen, 1968. See Section 4.1.1. for key.

Lokal 9. RICKEBY

Jordart: Kärrtorv som underlagras av lergyttja.

Provtagningsdatum: 781127

Provtagningens omfattning: 6 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Prover betecknade som Rickeby 1978 motsvarar Rickeby I i den geologiska undersökningen och Rickeby 1985 (kemiska analyser) motsvaras av Rickeby II. Profilbeskrivningen hänför sig till Rickeby 1978.

Matjorden är ca 20 cm djup och består av kärrtorv. Under matjorden följer en lergyttja (plansch 4.7) som i alvens övre del har ett stort gyttjeinslag och med rostutfällningar på aggregatytorna. Längre ned i alven avtar gyttjehalten och lergyttjan närmar sig gyttjelera. En antydan till pelarstruktur finns i alven. Rotutvecklingen är god i matjorden men vissningsgränsbestämningen antyder att rötternas utveckling har hämmats i den övre delen av alven (tab 4.18). Bestämningen av organiskt kol gjordes på jord uttagen vid ett senare tillfälle. Vid denna senare provgrop är gyttjehalten något lägre (tab 4.17).

Porositeten är ca 76 vol-% i matjorden men ökar något vid övergången till alven (fig 4.15). Skillnaden i vattenhalt mellan vissningsgränsen och vattenavförande trycket 150 m vp är genomgående stor, vilket antyder att rötterna inte kunnat tillgodogöra sig allt upptagbart vatten. Vid en grundvattnnivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

												Summa
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	(mm)	
Vatten-												
halt	60,8	65,8	77,2	78,9	76,3	73,4	78,1	78,6	81,0	80,2	750,3	
(vol-%)												

Vid ett effektivt rotdjup av 100 cm kommer mängden för växterna åtkomligt vatten att vara hela 355 mm. Bestämningen av vissningsgränsen antyder att rötternas utveckling kan hämmas i profilens övre del. Om man antar att rotdjupet är endast 40 cm kommer mängden åtkomligt vatten att bli 80 mm.

Tabell 4.17. Sammanställning av glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Rickeby 1978 (1985*)

Table 4.17. Summary of loss on ignition and some chemical data of the Rickeby profile 1978(1985*)

Djup Depth	Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	%	%	%	%			
0-10	67,6	18,72	1,35	0,39	13,9	48,0	5,1
10-20	66,8	14,06	1,10	0,33	12,8	42,6	5,2
20-30	34,0	4,42	0,53	0,19	8,3	23,3	4,8
30-40	29,8	4,24	0,51	0,20	8,3	21,2	5,0
40-50	16,7	4,74	0,58	0,28	8,2	16,9	5,6
50-60	16,9	4,00	0,52	0,21	7,7	19,0	5,7
60-70	11,3	4,42	0,59	0,27	7,5	16,4	5,6
70-80	12,8	4,72	0,62	0,33	7,6	14,3	5,5
80-90	13,0	5,00	0,66	0,37	7,6	13,5	5,1
90-100	14,5	3,89	0,52	0,80	7,5	4,9	4,6

* kemiska analyser
chemical analysis

Tabell 4.18. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Rickeby 1978

Table 4.18. Summary of the main physical characteristics of the Rickeby profile 1978

Djup Depth	Material Solids	Poror Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)					Torr skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Krympning (%) vid 6 m vp Shrinkage (%) at 6 m water column		
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column				Vissn.- gräns Wilting point					
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	1,00	6,00	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)	horis.	vert.	vol.
0-10	23,8	76,2	70,8	60,2	44,3	20,3	24,5	0,39	1,65	15,1	15,5	39,0
10-20	23,4	76,6	72,6	64,5	47,4	21,3	30,3	0,39	1,68	14,6	16,2	38,9
20-30	15,7	84,3	82,7	75,3	61,7	12,5	68,2**	0,33	2,08	22,4	25,7	55,2
30-40	16,6	83,4	83,6	76,1	54,3	12,8	79,8**	0,35	2,09	24,0	37,4	63,8
40-50	19,4	80,6	81,5	71,6	50,9	13,3	68,2**	0,46	2,39	29,7	32,1	66,4
50-60	21,1	78,9	78,2	66,7	48,1	15,9	23,6	0,54	2,56	27,8	26,2	61,6
60-70	20,7	79,3	81,2	71,4	67,9*	13,2	25,2	0,50	2,39	21,9	27,3	55,6
70-80	19,6	80,4	80,4	72,0	68,3*	12,5	24,3	0,47	2,39	20,8	25,9	53,5
80-90	18,8	81,2	81,8	73,7	69,1*	12,1	24,0	0,45	2,42	19,9	26,7	53,0
90-100	18,5	81,5	80,2	67,2	51,8	12,4	27,2	0,45	2,42	20,5	28,2	54,6
S:a mm	197,6	802,4	793,0	698,7	563,8	146,3	395,3					

* höga värden pga analysfel
high values due to analysis error

** inga rötter i jordproppen
no roots in soil cores

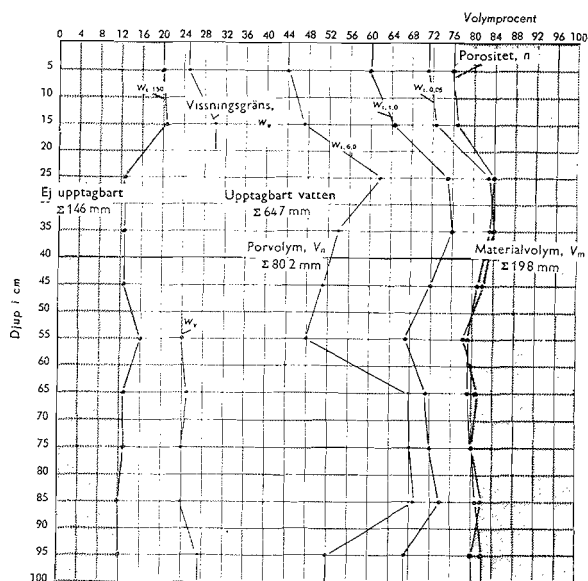


Matjord (0-20 cm):
Kärrtorvmulljord

Alv:
20-60 cm lergyttja,
rostutfällningar,
antydning till pelar-
struktur

60-100 cm gyttjelera,
rostutfällningar

Plansch 4.7. Vertikalsnitt 0-100 cm. Rickeby, 1978.
Plate 4.7. Vertical profile 0-100 cm. Rickeby, 1978.



Figur 4.15. Volymförhållanden
och vattenhaltskurvor. Rickeby,
1978.

Figure 4.15. Volume relations
and water tension curves. Rick-
eby, 1978. See section 4.1.1.
for key.

Lokal 10. OLA

Jordart: Kärrtorv som underlagras av lergyttja.

Provtagningsdatum: 800924

Provtagningens omfattning: 4 cylinderprov från varje 10 cm-nivå ned till 100 cm djup.

Matjorden (0-20 cm) består av en kärrtorvmulljord. Under matjorden övergår torven omedelbart i en lergyttja med grynstruktur (plansch 4.8) och med riklig förekomst av gamla rotkanaler som är stabiliserade av rostutfällningar ("roströr"). Vid 40 cm djup finns en antydning till pelarstruktur som är fullt utvecklad på 60 cm djup där gyttjehalten ökar något (tab 4.19). Lerhalten är något högre i alvens övre del än i dess nedre (fig 4.16). Inslaget av mjåla och finmo är relativt stort i hela alven. Rotutvecklingen är god i matjorden, men på ca 40 cm djup buskar rötterna till sig och det är endast ett fåtal rötter som fortsätter ned i sprickorna i pelarstrukturen. De låga pH-värdena i alven (tab 4.19) begränsar det effektiva rotdjupet till 40 cm.

Porositeten är ca 72 vol-% i matjorden och något lägre i övre alven men ökar sedan med djupet (tab 4.20). Vattnet är relativt löst bundet i profilen (fig 4.17). Vattenhalten vid vissningsgränsen är ca 24 vol-% i skiktet 0-30 cm men ökar snabbt längre ned i profilen pga ett sjunkande pH som hämmar rotutvecklingen. Vid en grundvattennivå på 1,0 m kan profilen magasinera följande mängd vatten:

											Summa
Djup (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90		(mm)
Vatten-											
halt	57,0	54,9	59,2	53,3	54,8	61,8	69,1	72,4	70,6	553,1	
(vol-%)											

Den för växterna åtkomliga mängden vatten vid ett effektivt rotdjup av 40 cm blir då 116 mm. Trots det grunda rotdjupet ett relativt stort vattenförråd.

Tabell 4.19. Sammanställning av kornstorleksfördelning, glödningsförlust samt några kemiska data för profilen Ola 1980 (1985*)

Table 4.19. Summary of textural analysis, loss on ignition and some chemical data of the Ola profile 1980 (1985*)

Djup Depth	Viktprocent av fraktionen, mm Percentage by weight of the fraction, mm						Glöd.- förlust Loss on ignition	Org-C	Tot-N	Tot-S	C/N	C/S	pH (H ₂ O)
cm	ler clay <0,002	finmjäla f. silt 0,002-0,006	grovmjäla m. silt 0,006-0,02	finmo c. silt 0,02-0,06	grovmo f. sand 0,06-0,2	sand m.+ c. sand 0,2-2,0	%	%	%	%			
0-10							45,9	24,93	1,86	0,53	13,4	47,0	4,5
10-20							42,5	23,60	1,72	0,51	13,7	46,3	4,8
20-30	49,2	5,2	13,4	18,0	3,2	1,9	9,1	3,54	0,38	0,41	9,2	8,6	4,1
30-40	48,4	10,2	12,9	12,1	4,2	2,5	9,8	4,23	0,46	0,41	9,2	10,3	3,8
40-50	48,0	10,9	9,5	16,3	4,3	1,6	9,4	3,91	0,45	0,36	8,7	10,9	3,7
50-60	47,3	7,9	8,8	19,4	6,0	1,4	9,3	3,86	0,48	0,34	8,0	11,4	3,6
60-70	48,5	8,9	11,9	15,3	4,4	0,4	10,6	5,00	0,58	0,38	8,6	13,2	3,6
70-80	43,9	9,0	10,0	21,3	3,4	0,3	12,0	5,69	0,67	0,57	8,5	10,0	3,6
80-90	40,4	13,9	9,0	20,1	3,3	0,3	12,9	6,15	0,72	0,67	8,5	9,2	3,5
90-100	44,0	9,4	6,3	23,3	2,7	0,3	13,9	6,30	0,77	1,40	8,2	4,5	3,6

* kemiska analyser
chemical analysis

Tabell 4.20. Sammanställning av viktigare fysikaliska data för profilen Ola 1980

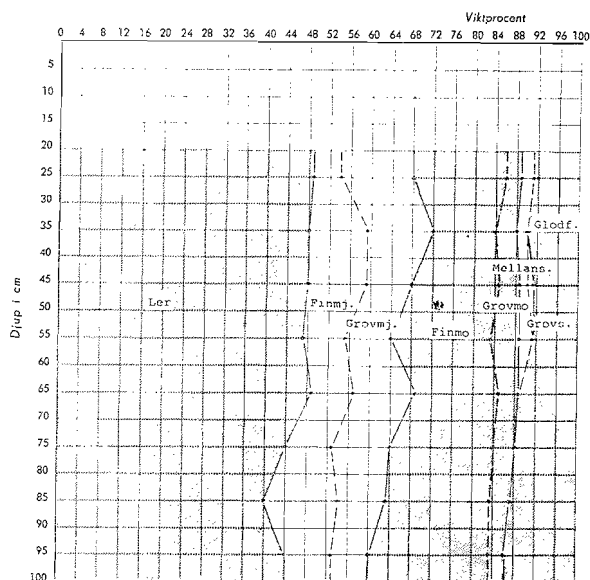
Table 4.20. Summary of the main physical characteristics of the Ola profile 1980

Djup Depth	Material Solids	Porer Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)						Torr skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Genomsläpplighet för vatten Saturated hydraulic conductivity	
			vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column					Vissn.- gräns Wilting point			after 1h after 1h	after 24h after 24h
(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,50	1,00	2,00	150		(g/cm ³)	(g/cm ³)	(mm/h)	(mm/h)
0-10	28,9	71,1	69,3	62,9	56,4	52,5	22,0	26,0	0,53	1,83	18	30
10-20	27,8	72,2	69,2	57,6	53,7	50,7	20,9	23,3	0,50	1,81	15	58
20-30	30,6	69,4	69,4	61,3	57,2	54,1	23,2	24,0	0,58	1,88	12	19
30-40	30,4	69,6	68,7	54,2	51,3	49,8	22,2	34,9	0,76	2,50	51	25
40-50	29,5	70,5	67,1	54,9	53,8	53,2	22,2	42,9	0,75	2,54	421	243
50-60	24,0	76,0	67,5	61,1	60,0	59,4	17,5	47,1	0,61	2,53	397	164
60-70	23,5	76,5	71,1	68,1	67,4	66,4	16,2	46,1	0,58	2,47	658	378
70-80	21,9	78,1	73,2	71,4	70,8	69,9	15,5	49,9	0,54	2,48	1462	972
80-90	19,2	80,8	71,1	69,0	68,6	67,0	14,1	56,2	0,47	2,45	320	271
S:a mm	235,8	664,2	626,6	560,5	539,2	523,0	173,8	350,4				



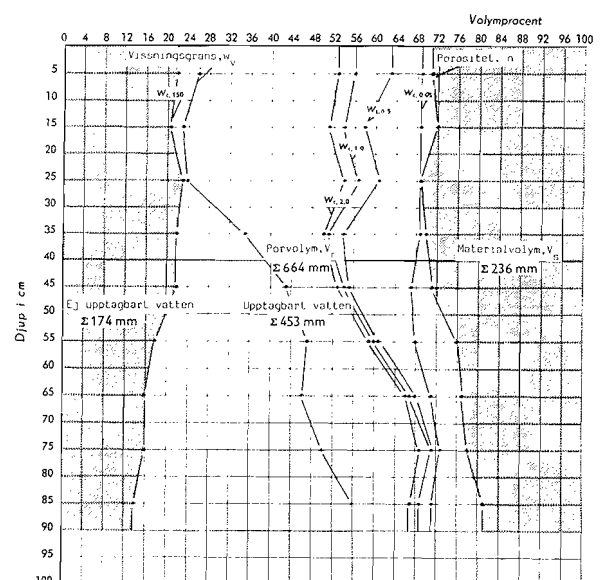
Plansch 4.8. Vertikalsnitt 0-100 cm. Horizontalsnitt från 5, 25, 45 och 75 cm djup. Ola, 1980.

Plate 4.8. Vertical profile 0-100 cm. Horizontal sections at 5, 25, 45 and 75 cm depth. Ola, 1980.



Figur 4.16. Kornstorleksfördelning och glödningsförlust. Ola, 1980.

Figure 4.16. Textural analysis and loss on ignition. Ola, 1980. See Section 4.1.1. for key.



Figur 4.17. Volymförhållanden och vattenhaltskurvor. Ola, 1980.

Figure 4.17. Volume relations and water tension curves. Ola, 1980. See Section 4.1.1. for key.

5. GYTTJESUBSTANSENS INVERKAN PÅ JORDENS EGENSKAPER

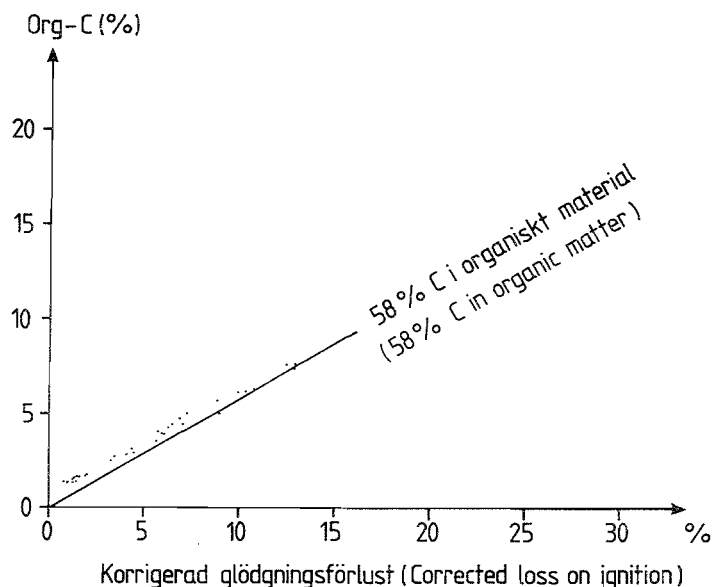
Även ett litet inslag av gyttja ger en jord mycket karakteristiska egenskaper. Nämnas kan t ex den permanenta sprickbildning som uppstår i gyttjeyordarna vid avvattning. Problemen är: (1) Vad är gyttja, (2) hur skall man mäta gyttjehalten, (3) vad är det i gyttjan som ger jorden dess egenskaper och (4) hur kan man avgöra om det är en gyttjejord eller en mineraljord med hög mullhalt?

5.1. Gyttejans karakteristiska beståndsdelar

Gyttejans karakteristiska beståndsdel utgörs av mer eller mindre välbevarade lämningar efter vattenlevande alger. De bildar en väsentlig del av gyttejans findetritus och ger gyttjan dess typiska gelé- eller puddingaktiga konsistens. Makro- och mikroalger i form av grönalger, blågröna alger, flagellater och pansaralger har cellväggar av organiskt material. Vid förmultning sönderdelas och upplöses algernas cellväggar mer eller mindre fullständigt och deras tidigare existens kan ibland bara spåras med hjälp av pigmentanalys. Kiselalger (diatoméer m m) har cellväggar av biogent kisel (amorft och vattenhaltigt). Diatoméskalen är genombrutna av öppningar i form av porer, spalter och kanaler i flera skikt. Dessa vackert mönstrade skalstrukturer ger diatoméskalen mycket hög porositet (plansch 3.2). Storleksmässigt hör diatoméerna till mineralkornfraktionen silt (mjäla-finmo), men vid sedimentationen förhåller sig kiselalgscellerna som ler på grund av sin låga skrymdensitet.

5.2. Gyttejehalt

Idag används samma analysmetoder för alla typer av organiskt material i jord. Den enklaste metoden är att bestämma glödningsförlusten och sedan korrigera denna för det kristallvatten som vid glödningsen avgår från leret (Ljung, 1987). Metoden gör ingen skillnad mellan t ex mull och gyttja. Vid mycket låg gyttjehalt i kombination med hög lerhalt finns det en risk att korrigeringsfaktorn blir för stor. Halten organiskt kol kan också användas för att bestämma halten organiskt material. Vanligen används då en faktor 1,724 · halten organiskt kol för att få halten organiskt material. Det finns dock inga undersökningar gjorda för att bestämma halten organiskt kol i gyttjesubstans. I en artikel av Larsen (1978) antyds att halten organiskt kol i gyttja är lägre och att en faktor 2,5 borde användas istället. För att komma fram till denna högre faktor har Larsen jämfört halten organiskt kol med glödningsförlusten men utan att korrigera för kristallvattnet i lerfraktionen. Larsen får därmed en mycket lägre kolhalt i gyttja (40 %) än vad som vanligen antas i organiskt material (58 %). Om man tar det material som framkommit i den nu genomförda undersökningen och avsätter organiskt kol mot den korrigerade glödningsförlusten (fig 5.1) finner man att halten kol är i stort sett densamma i gyttja som den halt som antas för annat organiskt material i jord.



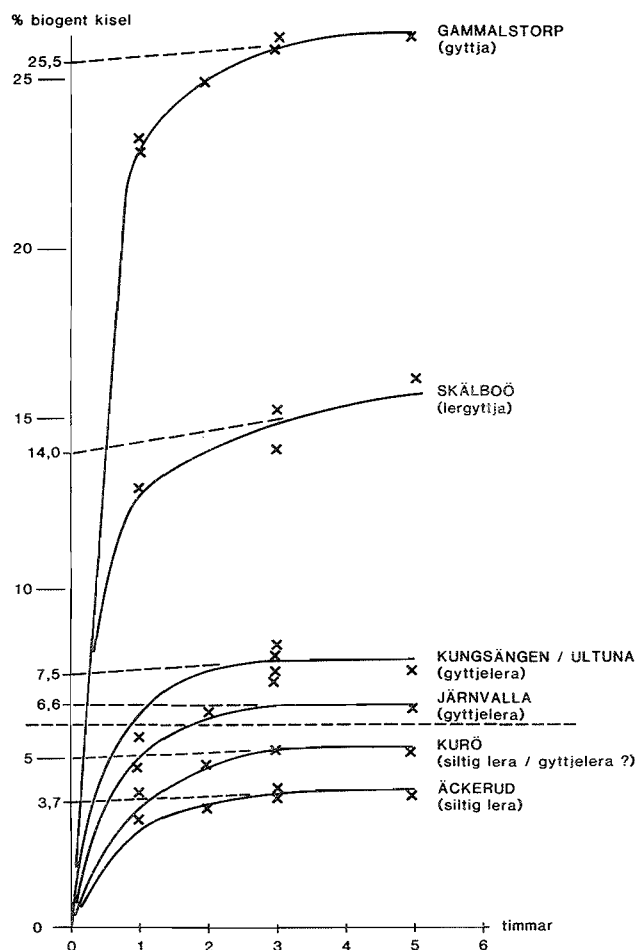
Figur 5.1. Sambandet mellan korrigerad glödningsförlust och halten organiskt kol i gyttejord.

Figure 5.1. Relationship between corrected loss on ignition (550°C) and organic carbon content of gytte soils.

Gyttjehalten i en jord har vanligen definierats som halten organiskt material (Ekström, 1927) eller halten brännbar gyttjesubstans (Jordartsnomenklatur, 1953). Denna definition är endast giltig om det är fråga om en gytte där alger med organiska cellväggar är huvudkomponenten. I de fall där kiselskaliga alger ingår i gytte kommer såväl glödningsförlust som organiskt kol att ge en för låg gyttjehalt. Det biogena kisel som ingår i cellväggarna blir kvar i askan vid glödning, däremot kan eventuellt organiskt cellinnehåll förkolas. För att få ett korrekt mått på gyttjehalten i en jord med riklig förekomst av kiselskaliga alger bör även halten biogent kisel bestämmas och adderas till gyttejäns organiska substans.

Ett mindre antal mätningar av biogent kisel i jordprov från Äckerud, Kurö, Kungsängen, Järnvalla, Skälboö och Gammalstorp (nivån 30-40 cm under markytan) har gjorts av forskningsingenjör Britta Hörnström vid Kvartärgeologiska institutionen, Stockholms universitet, enligt DeMastermetoden (DeMaster, 1981). Resultatet av dessa mätningar framgår av figur 5.2.

I tabell 5.1 har en sammanställning gjorts av bestämningar av organiskt material och biogent kisel för 6 olika jordar. Från detta begränsade material kan ej dras alltför vittgående slutsatser. Resultatet antyder dock att man för erhållande av ett korrekt värde på en jords gyttjehalt bör man bestämma både halten organiskt material och halten biogent kisel. Även den rena leran vid Äckerud innehåller en mindre mängd biogent kisel som sannolikt härrör från nedplöjda fytoliter. Dessa är till skillnad från kiselalger kompakta till sin struktur och kommer följaktligen inte att påverka jordens egenskaper som de porösa kiselalger. Vid höga kiselalghalter uppstår även svårigheter med att korrigera glödningsförlusten. Eftersom kiselalgszellerna uppför sig som ler vid sedimentationsanalysen kommer lerhalten att bli för hög liksom korrigeringsfaktorn för kristallvattnet. Följden blir en för låg gyttjehalt.



Figur 5.2. Bestämning av halten biogent kisel (%) i gyttjejordar från 6 lokaler enligt DeMaster-metoden (DeMaster, 1981).

Figure 5.2. Biogenic silica content (%) in gyttja soil from 6 sites, measured according to the DeMaster (1981) method.

Tabell 5.1. Halten organiskt kol, organiskt material och biogent kisel (SiO_2) i 6 av försöksjordarna

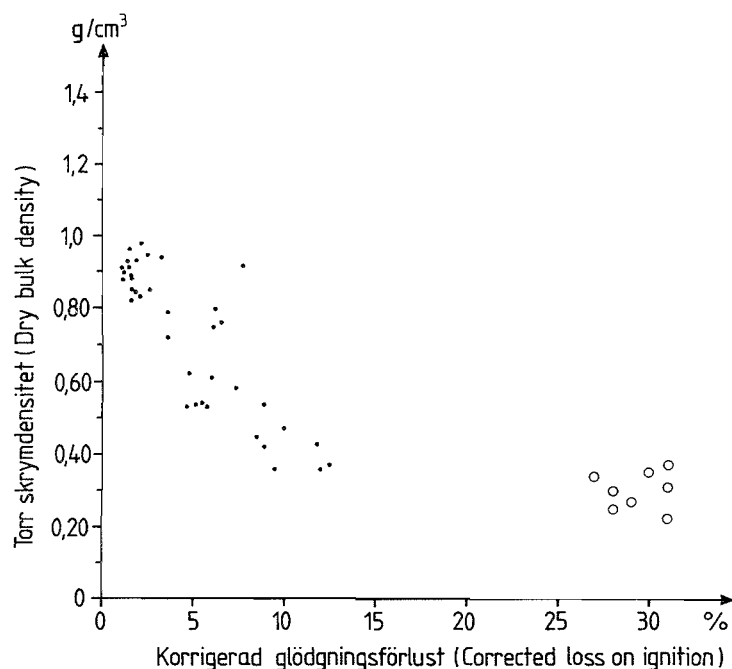
Table 5.1. Organic C, organic matter and biogenic silica contents (SiO_2) at 30-40 cm depth in the profiles of 6 test sites

Plats Site	Jordart Soil type*	Org-C Org-C %	Org mtrl O.M. %	Biogent kisel Biogenic silica %(SiO_2)	S:a org mtrl+ SiO_2 Sum of O.M.+ SiO_2 %
Äckerud	lera	0,30	0,5	3,7	4,2
Kurö	gyttjelera	0,78	1,3	5,0	6,3
Kungsängen	gyttjelera	1,49	2,6	7,5	10,1
Järnvalla	gyttjelera	3,79	6,5	6,6	13,1
Skälboö	lergyttja	5,16	8,9	14,0	22,9
Gammalstorp	gyttja	15,1	26,0	25,5	51,5

* lera=clay, gyttjelera=gyttja clay, lergyttja=clay gyttja, gyttja=gyttja

5.3. Gyttjans egenskaper

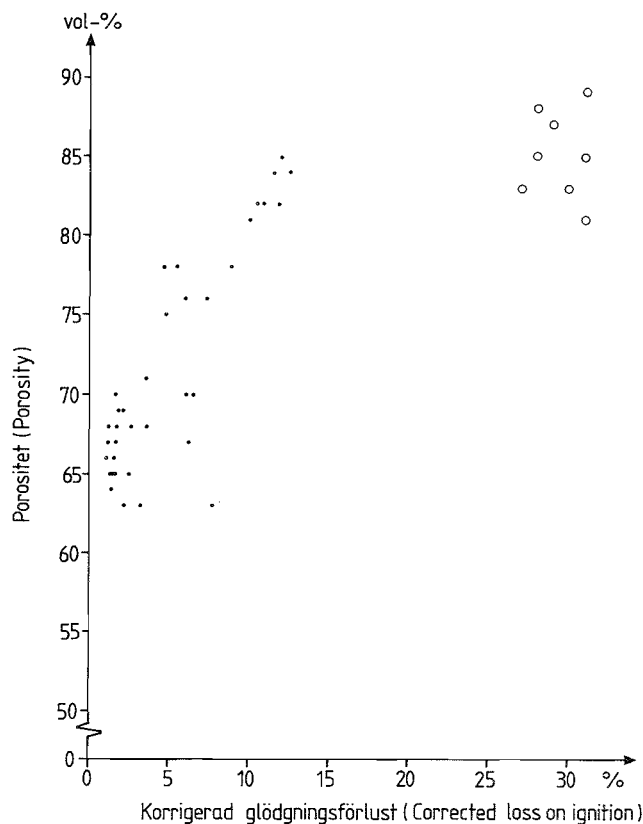
Det finns skäl att tro att gyttjesubstansens sammansättning har betydelse för gyttjejordarnas kvalitativa egenskaper. Halten alger och algsammansättningen (organiska skal, kisel- eller kalkskaliga alger) bör ha en stor inverkan på gyttjejordarnas fysikaliska egenskaper. Det är sedan länge känt att gyttjejordarna har en hög porositet, låg skrymdensitet och en permanent sprickbildning i alven i dränerat tillstånd. I figurerna 5.3 och 5.4 har ett försök gjorts att bedöma gyttjehaltens inverkan på den torra skrymdensiteten respektive porositeten.



Figur 5.3. Sambandet mellan korrigerad glödningsförlust och torr skrymdensitet i gyttjejord. o = gyttjehalten bestämd med hjälp av organiskt kol.

Figure 5.3. Relationship between corrected loss on ignition and dry bulk density of gyttja soils. o = organic carbon was used to determine the gyttja content.

I figurerna 5.3 och 5.4 har den korrigerade glödningsförlusten ansetts representera gyttjehalten, någon hänsyn till halten biogent kisel har inte gjorts. Av båda figurerna framgår att redan ett mycket litet inslag av gyttja ger stora effekter på såväl skrymdensitet som porositet. Vid gyttjehalter högre än 15 % planar kurvorna ut och ytterligare höjning av gyttjehalten har givit endast en liten minskning av skrymdensiteten respektive höjning av porositeten.



Figur 5.4. Sambandet mellan korrigerad glödningsförlust och porositet i gyttjejord. o = gyttjehalten bestämd med hjälp av organiskt kol.

Figure 5.4. Relationship between corrected loss on ignition and porosity of gyttje soils. o = organic carbon was used to determine the gyttje content.

Avsättningsmiljön vid gyttjebildning kan vara avgörande för gyttjans försurningsbenägenhet. Gyttja bildad under lugna och stabila förhållanden med långsam uppgrundning (t ex Kungsängen, Rickeby, Ola och Järnvalla övre delen) visar ej tydlig tendens till försurning. Gyttja bildad under skiftande, grunda förhållanden (omslag mellan bräckt och sött vatten) med risk att ha utsatts för tidvis uttorkning visar genomgående låga pH-värden (t ex Yngsjö 50-100 cm, pH 2,0-2,8; Skälboö 40-90 cm, pH 3,0-3,6). Vid försökslokalerna som registrerar Litorinatransgressioner, dvs övergång från nästan utsötat grunt brackvatten (eller sötvatten) till saltare och djupare förhållanden, återfinns de lägsta pH-värdena just under transgressionslager (Skälboö 60-90 cm, pH 3,0-3,2; Järnvalla 80-100 cm, pH 3,5-3,7).

I det schema som följer nedan har ett försök gjorts att karakterisera tre olika gyttjejordar och en mineraljord med avseende på ett antal olika parametrar.

LOKAL/miljö (jordart)	Org-C	pH(H ₂ O)	Ålder	Sammansättning			
	%		B.P.	Kiselfossil Diatom	Övriga	Org fossil Alger	Pollen
GAMMALSTORP							
strandkärr (kärrtorv)	20	5	<1000	rikl	finns	finns	rikl
grund havsvik (gyttja med kol)	17	3		rikl	finns	finns	rikl
havsvik (algyttja)	17	6	<3000	rikl	finns	finns	rikl
SKÄLBOÖ							
strandkärr (svämtorv)	22	5	5000	finns	finns	finns	finns
lagun, brackv (lergyttja)	7,5	3,5	6000	rikl	finns	finns	finns
sötvatten (lergyttja)	5,5	3,3	>7000	rikl	finns	finns	rikl
KURÖ							
Mälarvik (gyttjelera?)	3-5	5,5	<1000	spår	spår	spår	spår
omlagring av äldre sediment (gyttjelera)	<1	4-5	>1000	-----saknas-----			
gyttjelera?	<1	3,3	>7000	-----ytterst sparsamt-----			
ÄCKERUD							
jordmånsbildning (mylla, siltig)	spår	5-6	>10 000	--gyttjesubstans saknas----			
isavsmältning (lera, siltig)	spår	5-6	>10 000	---inga vattenalger-----			
issjötappning (lera, siltig, svartbrun)	spår	6-7	>10 000	-----saknas-----			

5.4. Gyttjejord eller mineraljord med hög mullhalt?

Några viktiga kriterier på gyttjejordar i dränerat tillstånd är således:

I fält:

1. Profilens läge i terrängen, lågt liggande marker.
2. Permanent sprickbildning, ofta med rostutfällningar på sprickytorna.
3. Gyttjejorden har ofta en grönaktig färg.

Från analysdata:

1. Halten organogent material i alven $> 1,0 \%$.
2. Torr skrymdensitet $< 1,1 \text{ g/cm}^3$.
3. Porositet $> 60 \%$.

Dessutom bör man för att få en korrekt gyttjehalt bestämma såväl halten organogent material som halten biogent kisel. Med dessa kriterier som grund bör man i de flesta fall kunna skilja en gyttjejord från en mineraljord med hög mullhalt. Om man från dessa riktvärden inte kan urskilja gyttjejorden återstår endast mikroskopisk undersökning av jordens sammansättning.

6. KALKENS INVERKAN PÅ GYTTJEJORDARNAS EGENSKAPER OCH SAMMANSÄTTNING

6.1. Inledning

Gyttja har bildats med alger som råmaterial under anaeroba förhållanden. Nedbrytningsprocessen hämmas i en sådan miljö. Denna humustyp är inte i jämvikt med den miljö, som råder i en åkerjord. Där gynnas den biologiska aktiviteten på grund av god genomluftning, gott näringstillstånd och gott kalktillstånd. Man har därför anledning tro, att den organiska substansen i odlade gyttjejordar kommer att minska och övergå i för normala åkerjordar typiska humusformer. Dock gäller, att många odlade gyttjejordar är sura, vilket gör att den biologiska aktiviteten hämmas. Kalkning av gyttjejordar kan därför förväntas påskynda utvecklingen av den organiska substansen vad gäller kvantitet och kvalitet.

Inom ramen för föreliggande projekt gjordes en liten undersökning för att i två av försöksjordarna belysa kalktillståndets effekt på gyttjesubstansen.

6.2. Försöksjordar

För delundersökningen uttogs jordprover från kalkningsförsök på Järnvalla och Skälboö. Dessa försök startades år 1976 resp år 1977. På båda fälten odlas främst stråsäd. Odlingshistorien är ganska väl känd på Järnvalla. År 1910 grävdes ett stort dike. Detta kompletterades år 1930 med öppna diken. Dräneringen blev dock inte tillfredsställande förrän efter ett större dikningsföretag år 1949. För en närmare beskrivning av försöksjordarna se tabellerna 4.5 och 4.6 för Skälboö och tabellerna 4.7 och 4.8 för Järnvalla. För delundersökningen uttogs prover från följande försöksled:

Järnvalla, utan kalk
Järnvalla, 20 t/ha CaO
Skälboö, utan kalk
Skälboö, 10 t/ha CaO
Skälboö, 20 t/ha CaO

För de markbiologiska och markkemiska undersökningarna uttogs prover år 1986, för övriga undersökningar år 1987.

6.3. Analyser

pH-värdet (Kungl Lantbruksstyrelsen, 1965) bestämdes i vatten i förhållandet 1:2,5. **Organiskt kol** (Nelson et al, 1982) bestämdes genom torrförbränning i C-automat (Ströhlein). **Organiskt kväve** (Bremner et al, 1982) bestämdes enligt Kjeldahl med Kjeltex autoanalyser 1030. **Total-svavel** (Tabatabai, 1982) bestämdes i plasmaanalysator (Perkin-Elmer) efter uppslutning i salpetersyra.

Basutbyteskapacitet (CEC) och basmättnadsgrad (Rhoades, 1982). Ett jordprov mättades med kalcium genom förträngning med kalciumacetat (pH 7). Kalcium förträngdes på nytt med ammoniumacetat (pH 7). Förträngt kalcium representerar den totala laddningen (CEC).

Ett annat prov förträngdes med ammoniumacetat (pH 7). Förträngda baskatjoner bestämdes och basmättnaden uttrycktes som procent av CEC (basmättnadsgrad).

pH-stat-titrering. Ett jordprov uppslammat i 0,01 M kalciumklorid (förhållandet 1:2,5) titrerades under 14 minuter med kalciumhydroxid till pH 7. Titreringen upprepades påföljande dag för att korrigera för uppkommen pH-sänkning. För ändamålet användes en pH-stat-utrustning av märket Radiometer.

Omsättningsförsök (Bjarnason, 1989). 20 g jord inkuberades med kalciumoxid (0, 50, 100 resp 200 mg CaO). Vatten tillfördes motsvarande 30 % av vattenhållande förmågan. Proven inkuberades vid 20°C under 181 dagar. Utvecklad koldioxid uppsamlades i natriumhydroxid och bestämdes genom titrering.

6.4. Resultat

Kalkningens markbiologiska effekter. Försöksjordarnas innehåll av kol, kväve och svavel redovisas i tabell 6.1. Kalkningen förorsakade en minskad halt av samtliga element. Dock var halterna betydligt högre än vad man kan förvänta i en mineraljord med motsvarande odlingsinriktning. Kvoten mellan kol och kväve resp mellan kol och svavel förändrades inte mycket som följd av kalkningen (tab 6.1).

I omsättningsförsöket bestämdes nedbrytningen av den organiska substansen under kontrollerade betingelser. Av tabell 6.2 framgår, att kalkningen påtagligt befrämjade nedbrytningen av organiskt material i försöksjordarna. Detta gäller också för jordar, som tidigare kalkats i fält. pH-värdet sjönk under omsättningstiden.

Kalkningens markkemiska effekter. I tabell 6.3 redovisas CEC jämte utbytbara katjoner vid de olika kalktillstånden. För Järnvalla erhöles en oförklarligt hög basmättnadsgrad i okalkat försöksled. Helt logiskt påverkades i första hand kalciummättnaden. CEC påverkades mycket lite av kalkningen.

Som resultat av pH-stat-titreringarna kan man beräkna hur mycket kalk som måste tillföras för att höja pH-värdet till 7. Omräknat till ett hektar matjord krävdes ungefär 5200 resp 3300 kg CaO där ingen kalk tillförts. Där kalkning skett behövdes mindre mängder (tab 6.4).

Tabell 6.1. Försöksjordarnas innehåll av kol, kväve och svavel (% av luft-torr prov) samt C/N- och C/S-kvot

Table 6.1. Carbon, nitrogen and sulphur content (% of air dry soil) and C/N and C/S ratio of the test soils

Jord Soil	Behandling i fält Field treatment	C	N	S	C/N	C/S
Järnvalla	Utan kalk (no lime)	6,64	0,55	0,18	12,1	36,9
	20 t/ha CaO	5,48	0,47	0,15	11,7	36,5
Skälboö	Utan kalk (no lime)	20,14	1,18	0,22	17,1	91,6
	10 t/ha CaO	18,78	1,12	0,21	16,8	89,4
	20 t/ha CaO	17,12	1,03	0,20	16,6	85,6

Tabell 6.2. Mineralisering av organiskt kol i försöksjordarna under 181 dagars omsättning, mg C/100 g jord

Table 6.2. Mineralization of organic carbon in the test soils during 181 days of incubation, mg C/100 g soil

Jord Soil	Behandling i fält Field treatment	Behandling på lab, CaO (mg/100 g jord) Lab treatment, CaO (mg/100 g soil)			
		0	250	500	1000
Järnvalla	Utan kalk (no lime)	174,6	191,7	222,9	287,9
	20 t/ha CaO	199,1	215,8	242,7	258,3
Skälboö	Utan kalk (no lime)	315,5	332,4	324,6	344,3
	10 t/ha CaO	252,2	266,4	296,2	350,0
	20 t/ha CaO	284,1	316,2	333,9	377,7

Tabell 6.3. Katjonutbyteskapacitet (CEC), me/100 g jord och basmättnadsgrad, % hos försöksjordarna

Table 6.3. Cation exchange capacity (CEC), me/100 g soil and base saturation, % of the test soils

Jord Soil	Behandling i fält Field treatment	CEC	K	Mg	Ca	Basmättnadsgrad Base saturation
Järnvalla	Utan Kalk (no lime)	16,5	3,26	2,10	9,75	92
	20 t/ha CaO	16,5	3,06	1,73	11,65	100
Skälboö	Utan kalk (no lime)	27,0	2,88	1,61	12,30	47
	10 t/ha CaO	24,9	3,48	2,01	18,90	98
	20 t/ha CaO	26,6	3,50	2,01	20,15	96

Tabell 6.4. Erforderlig mängd kalk för att höja pH-värdet till 7, bestämd genom titrering

Table 6.4. The amount of lime needed to raise the pH-value to 7, measurement made by titration

Jord Soil	Behandling i fält Field treatment	CaO kg/ha
Järnvalla	Utan kalk (no lime)	3310
	20 t/ha CaO	2210
Skälboö	Utan kalk (no lime)	5150
	10 t/ha CaO	2890
	20 t/ha CaO	2410

Tabell 6.5. Kalkens inverkan på gyttjejordarnas fysikaliska egenskaper

Table 6.5. The effect of lime on the physical properties of gyttja soils

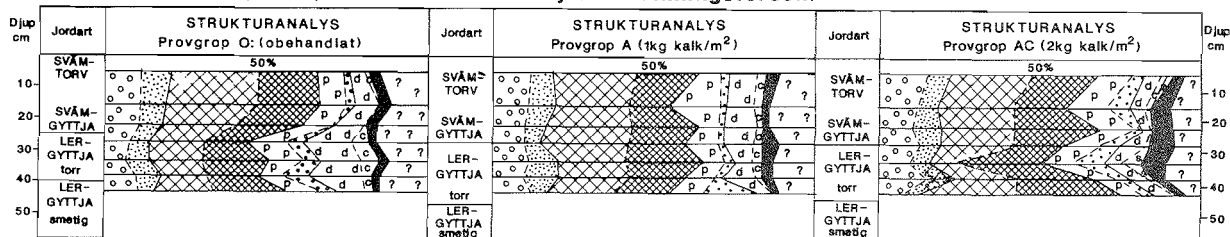
Plats Place	Behandl.* Treat- ment ^a	Djup Depth	Material Solids	Porer Pores	Vattenhalt i volymprocent (eller mängd vatten i mm) Water content, % v/v (or amount of water, mm)								Torr- skrym- densitet Dry bulk density	Kompakt- densitet Particle density	Glödnings- förlust Loss on ignition	
					vid ett vattenavförande tryck i m vp av tension, m water column											Visn.- gräns Wiltng point
					(cm)	(vol-%)	(vol-%)	0,05	0,20	0,50	1,00	6,00				
Järnvalla	0	0-10 10-20 20-30	32,3 29,8 38,3	67,7 70,2 61,7	56,7 53,3 57,9	51,0 45,6 53,9	47,8 43,5 52,0	45,7 41,5 50,6	41,0 37,8 47,1	27,3 25,5 33,8	28,7 28,2 34,5	0,75 0,70 0,91	2,31 2,34 2,37	15,6 15,4 15,6		
Järnvalla	20	0-10 10-20 20-30	35,5 36,6 38,0	64,5 63,4 62,0	59,5 57,0 58,0	53,0 52,6 51,7	50,5 50,9 50,2	48,7 49,1 48,9	44,7 45,3 45,5	29,6 30,4 32,7	34,0 30,8 34,6	0,82 0,85 0,89	2,32 2,33 2,33	17,1 16,5 16,0		
Skälboö	0	0-10 10-20 20-30	30,4 30,8 31,3	69,6 69,2 68,7	61,2 64,8 65,7	55,6 57,9 61,5	49,7 51,5 57,8	46,4 48,5 55,9	41,5 43,2 52,1	22,1 23,1 26,8	24,0 24,9 32,8	0,60 0,62 0,66	1,98 2,02 2,11	39,1 39,7 27,6		
Skälboö	10	0-10 10-20 20-30	29,8 27,0 32,4	70,2 73,0 67,6	64,0 64,5 59,2	54,6 53,0 55,4	48,3 47,0 52,9	45,1 43,5 50,7	40,2 38,5 44,9	21,8 20,1 25,8	22,5 21,1 26,9	0,59 0,54 0,65	1,99 1,99 2,00	38,3 37,4 27,3		
Skälboö	20	0-10 10-20 20-30	32,0 27,6 32,6	68,0 72,4 67,4	63,9 64,0 59,8	60,1 53,4 57,3	54,5 46,8 55,3	51,1 43,9 53,2	44,0 37,8 47,0	23,9 20,5 26,6	26,1 22,6 30,2	0,63 0,55 0,66	1,98 2,00 2,02	38,2 36,0 27,5		

* 0 = utan kalk (no lime)
10 = 10 t/ha CaO
20 = 20 t/ha CaO

Kalkningens markfysikaliska effekter. Några entydiga resultat framkom inte i undersökningen (tab 6.5). På Järnvalla finns en tendens till minskad porositet och en förskjutning mot mindre porer i kalkade försöksled. På Skälboö är resultaten tvetydiga. I skiktet 0-10 cm är tendensen i stort sett den samma som på Järnvalla, medan man i skiktet under (10-20 cm) har fått motsatt effekt.

Kalkningens effekt på gyttjans sammansättning. Finfraktionen i försöksjordarna undersöktes i mikroskop. Analysen utfördes som den tidigare beskrivna strukturanalysen. Resultaten redovisas i form av kumulativa diagram (fig 6.1) jämförbara med övriga strukturanalysen, samt som förenklade cirkel- och stapeldiagram.

Lokal 3 SKÅLBOÖ, åker, 25-30 m över havsytan (kalkningsförsök)



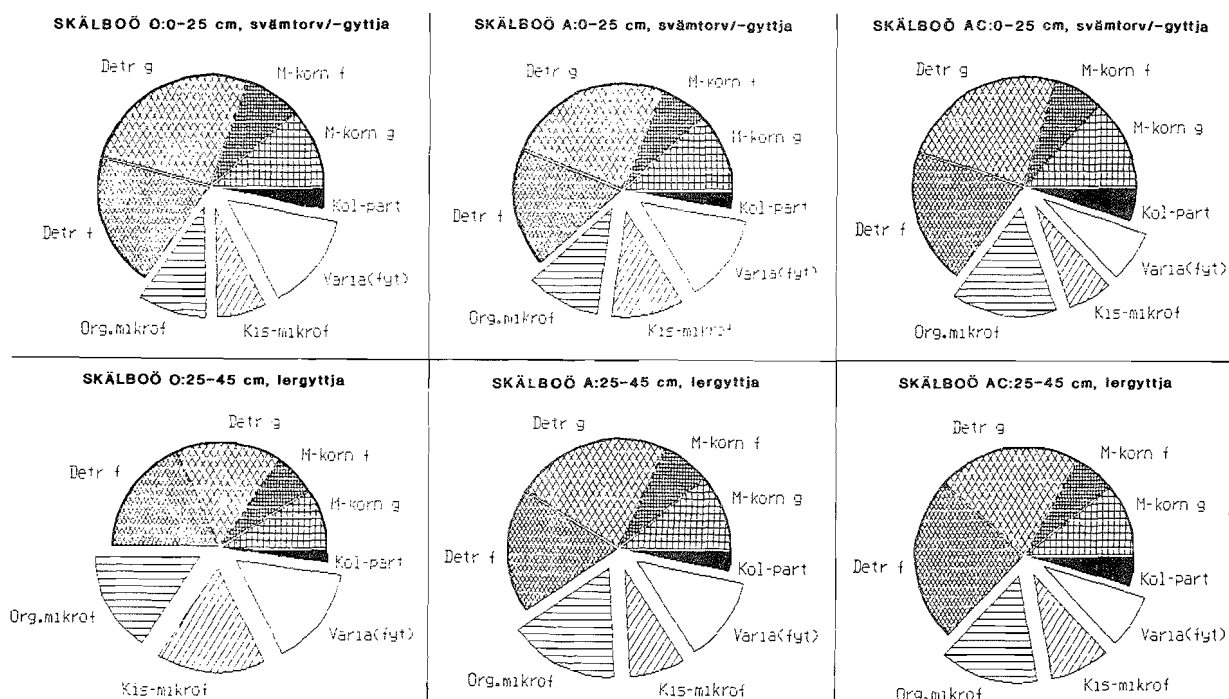
Figur 6.1. Skålboö åker. Strukturanalys av finmaterialiets sammansättning. Kumultativa diagram över okalkad = provgrupp O, 10 t/ha CaO = provgrupp A (1 kg/m² CaO) och 20 t/ha CaO = provgrupp AC (2 kg/m² CaO).

Figure 6.1. Skålboö åker. Fine material composition analysis. Cumulative diagrams of non limed = provgrupp O, 10 t/ha CaO = provgrupp A (1 kg/m² CaO) and 20 t/ha CaO = provgrupp AC (2 kg/m² CaO).

Av de tre kumulativa diagrammen över Skålboö-jordarna framgår att i de översta 25 cm, som består av svåmtorv och svåmgyttja, ej skedde några märkbara förändringar av gyttjans sammansättning i okalkat försöksled och där 10 t/ha CaO tillförts. Där 20 t/ha CaO tillförts erhöles en minskning av kiselmikrofossil i Varia-gruppen, som huvudsakligen består av fytoliter samt en del korroderade och mer eller mindre upplösta diatoméer och andra kisel-fossil.

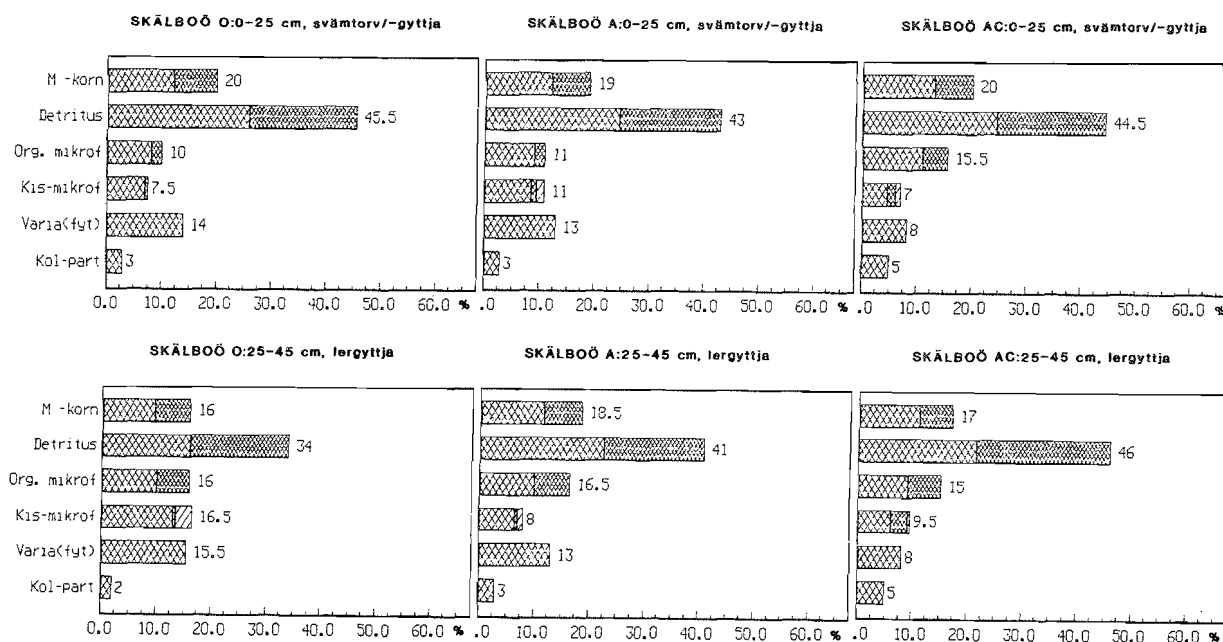
I den underliggande lergyttjan framträdde minskningen av kisel-fossil (diatoméer, fytoliter och övriga Varia) redan mellan okalkat försöksled och där 10 t/ha CaO tillförts för att ytterligare accentueras där 20 t/ha CaO tillförts. Samtidigt skedde en ökning av detritushalten och antalet kolpartiklar. Komponentgrupper mikro-fossil med organiska skal (pollen, sporer, grönalger m m) och mineralpartiklar höll i stort sett konstanta värden. Förändringarna i gyttjesubstansens sammansättning framträder tydligast vid förenklad illustration i form av cirkel- och stapeldiagram (fig 6.2 a,b). Här har medelvärden beräknats för sammansättningen av det övre svåmtorv- och svåmgyttjelagret, samt den underliggande lergyttjan.

Från Järnvallalokalen har försöksled utan kalk och med 20 t/ha CaO undersökts (fig 6.3). Tendensen från Skålboö med minskad andel kisel-fossil och ökad detritushalt framträdde här redan i det övre torvblandade gyttjelagret (0-25 cm). I den underliggande övergången till lergyttja (25-40 cm) är förändringen ännu kraftigare och omfattar även mikro-fossil med organiska skal. Ökningen av detrituskomponenten utgörs i Järnvalla mest av finare detrituspartiklar i det övre lagret och både finare och grövre detritus i det undre lagret. I fig 6.4 a och b presenteras medelvärden för övre (torvblandad gyttja) och undre (övergång till lergyttja) lagren i form av förenklade cirkel- och stapeldiagram.



Figur 6.2a. Skålboö åker. Cirkeldiagram över medelvärden av finmaterialets sammansättning i övre svåmtorv- och svåmgyttjelagret (0-25 cm), samt i den underliggande lergytttjan (25-40 cm). O = okalkad, A = 10 t/ha CaO och AC = 20 t/ha CaO.

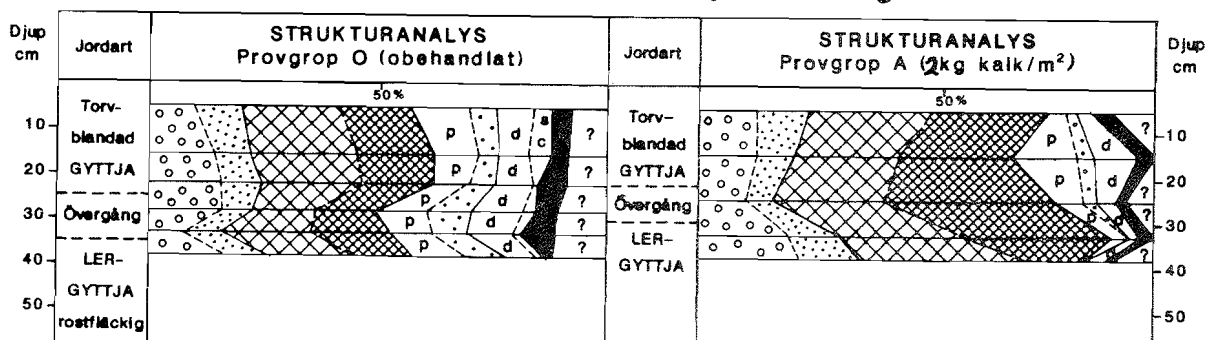
Figure 6.2a. Skålboö åker. Pie charts of the average values of the composition of fine material in the upper layer of drift peat and drift gyttja (0-25 cm) and in the underlying clay gyttja (25-40 cm). O = non limed, A = 10 t/ha CaO and AC = 20 t/ha CaO.



Figur 6.2b. Skålboö åker. Stapeldiagram, i övrigt samma text som figur 6.2a.

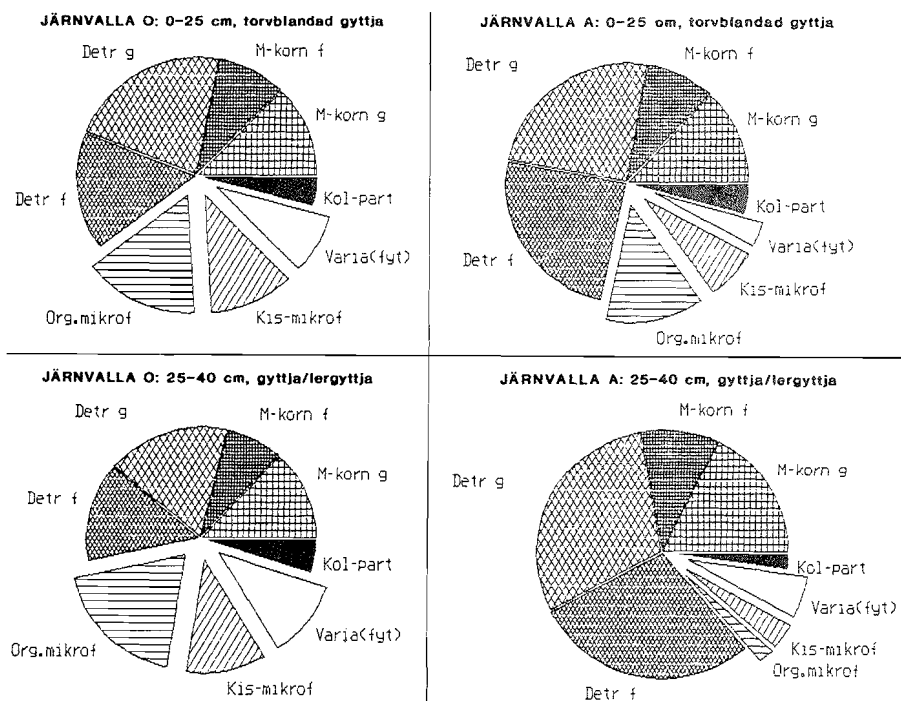
Figure 6.2b. Skålboö åker. Bar charts, symbols as in Fig. 6.2a.

Lokal 4. JÄRNVALLA, åker, 10–15m ö.h.y. kalkningsförsök



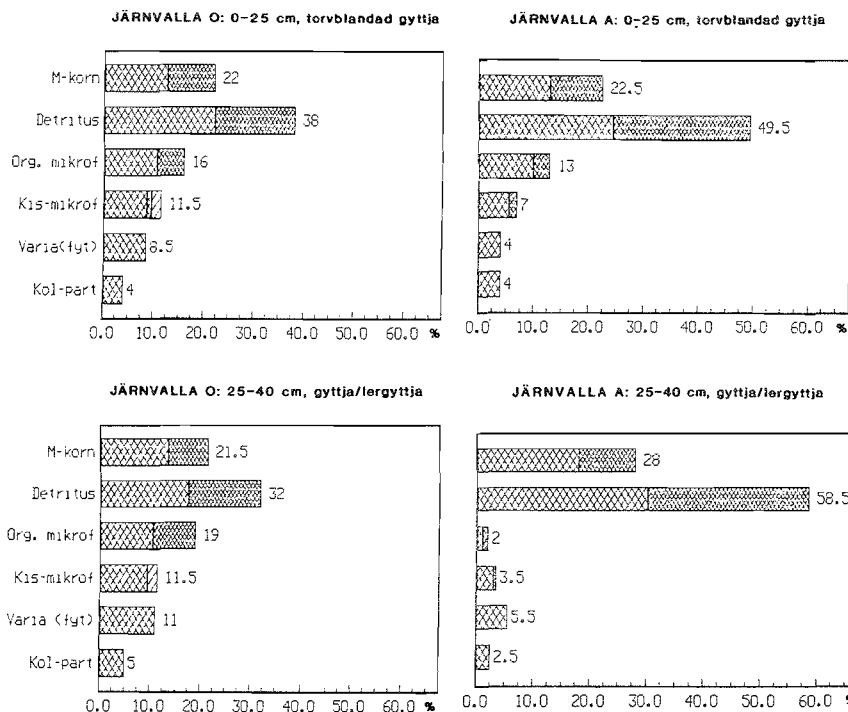
Figur 6.3. Järnvalla åker. Strukturanalys av finmaterialiets sammansättning. Kumultativa diagram över okalkad = provgrop O och 20 t/ha CaO = provgrop A (2 kg/m² CaO).

Figure 6.3. Järnvalla åker. Composition of fine material. Cumulative diagram on not limed = provgrop O and 20 t/ha CaO = provgrop A (2 kg/m² CaO).



Figur 6.4a. Järnvalla åker. Cirkeldiagram över medelvärden av finmaterialiets sammansättning i det övre torvblandade gyttjelagret (0-25 cm) och i den underliggande lergyttjan. O = okalkad och A = 20 t/ha CaO.

Figure 6.4a. Järnvalla åker. Pie charts of the average values of the composition of fine material in the upper gyttja layer mixed with peat (0-25 cm) and in the underlying clay gyttja (25-40 cm). O = non limed and A = 20 t/ha CaO.



Figur 6.4b. Järnvalla åker. Stapeldiagram, i övrigt samma figurtext som figur 6.4a.

Figure 6.4b. Järnvalla åker. Bar charts. Symbols as in Fig. 6.4a.

6.5. Diskussion

Resultaten visar, att kalkningen förorsakat en acceleration av den organiska substansens nedbrytning. Detta verifieras av såväl analyser på prov uttagna i fält som av omsättningsförsöket på laboratoriet. Det måste dock konstateras att de förändringar som skett under de ca 10 år som gått sedan kalkningen utfördes är måttliga. Mullhalten vid provtagningstillfället är fortfarande långt högre än vad som kan förväntas vara jämviktsläge för lerjordar med den aktuella växtodlingen och det aktuella klimatet. De humussubstanser, som en gång bildades under anaeroba betingelser är uppenbarligen så stabila att de trots dränering och mångårig odling inte intagit ett för ekosystemet naturligt jämviktsstillstånd. De i försöken vidtagna kalkningsåtgärderna har påskyndat nedbrytningen men endast marginellt.

Humussubstansernas kvalitet belyses i viss mån av relationen mellan kol och kväve. I en åkerjord med välomsatt humus brukar C/N-kvoten anta ett värde omkring 10. I Järnvallajorden skiljer sig kvoten inte mycket från detta värde och kalkningen har inte haft någon påtaglig inverkan. Kvoten är högre i Skälboöjorden och det finns en tendens till att den sjunkit som följd av kalkningen. I odlad kärrtorv kan kvoten vara 20 och i mosstorvjordar avsevärt mycket högre.

I gyttjehaltiga jordar kan svavelhalten vara mycket hög. I de här aktuella jordarna är den inte extremt hög. Kvoten mellan kol och svavel har inte påverkats av kalkningen i Järnvallajorden. I Skälboöjorden kan man spåra en

tendens till lägre kvot i kalkade försöksled. En av kalk initierad höjning av CEC hade varit att vänta. Denna höjning uteblev emellertid, vilket åter antyder, att humusens kvalitet inte påverkats särskilt mycket genom en kalkning.

Den mikroskopiska analysen av gyttjesubstansen visar, att kalken haft inverkan så att för gyttja typiska komponenter framför allt kiselskaliga, porösa fossil, har minskat i frekvens. Dock har de inte försvunnit helt. Resultaten motsäges inte av övriga markbiologiska, markkemiska och markfysikaliska data, som visar att den organiska substansen i dessa jordar har förändrats som följd av kalkningen men att dessa förändringar är relativt små.

Innan försöken startades hade jordarna varit kalkade. Detta är en normal åtgärd i växtodlingen på sådana jordar. Denna kalkning har naturligtvis också påverkat jordarnas utveckling. Detta verifieras om man jämför strukturanalyserna från de odlade jordarna med motsvarande referenslokaler (fig 3.4 a, b). De skillnader som finns härvidlag är naturligtvis inte enbart att hänföra till kalkningen. Andra odlingsåtgärder (jordbearbetning, gödsling) kan förväntas driva utvecklingen i samma riktning.

Genom att jämföra mängden utbytbar kalcium i kalkat och okalkat försöksled kan man beräkna hur mycket av tillfört kalcium som fortfarande finns kvar i utbytbar form i matjorden. Samma beräkning kan göras med hjälp av pH-statititreringen. I tab 6.6 redovisas återfunnen kalk beräknat enligt de båda metoderna. Det föreligger god överensstämmelse mellan metoderna.

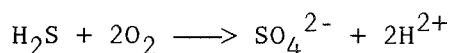
Tabell 6.6. Återfunnen kalk i matjorden bestämd som utbytbar kalcium resp genom titrering, kg/ha CaO

Table 6.6. Lime recovery in the top soil determined as exchangeable calcium and by titration , kg/ha CaO

Jord Soil	Behandling i fält <i>Field treatment</i>	Bestämningsmetod <i>Determination method</i>	
		Utbytbar Ca^{2+} <i>Exchangeable Ca^{2+}</i>	Titrering <i>Titration</i>
	kg/ha CaO		
Järnvalla	20 000	800	1100
Skälboö	10 000	2220	2260
	20 000	2640	2710

Det är anmärkningsvärt, att en så liten del av tillförd kalk fanns kvar i matjordslagret vid provtagningstillfället. En kraftig förurning måste ha skett. Olika orsaker härtill kan tänkas. Grödans basöverskott kan ha varit

högre i kalkat än i okalkat led. Detta kan inte kontrolleras eftersom försöken inte har skördats samtliga år. I vilket fall som helst måste det ha marginell betydelse. Oxidation av reducerat svavel till sulfat är en försurningsorsak, som kan ha stor betydelse i gyttjejordar. Försurningen kan beskrivas enligt följande:



Bildade vätejoner förutsätts förtränga utbytbart bundet kalcium, vilket lakas ut tillsammans med sulfat. Varje kg svavel som oxideras förorsakar en försurning motsvarande ca 1,7 kg CaO. Om man förutsätter, att minskningen i svavelhalt hos försöksjordarna (tab 6.1) helt förklaras av dessa reaktioner finner man att försurningen är ganska måttlig (tab 6.7).

Ytterligare en försurningsorsak är knuten till oxidation av kväve till nitrat. Om organiskt kväve mineraliseras och nitrifieras erhålles en försurning motsvarande 2 kg CaO för varje kg organiskt kväve som nitrifieras. Detta under förutsättning att det bildade nitratkvävet utlakas tillsammans med kalcium. Om man gör tankeexperimentet, att hela mängden nettomineraliserat kväve i matjorden reagerar på detta sätt erhålles en försurningseffekt, som är större än den som förorsakas av svavel (tab 6.7). Om man enbart beaktar denna process överskattas emellertid försurningen eftersom en del av det bildade kvävet kommer att tas om hand av grödan. Sker så erhålles ingen försurningseffekt. Nitratkvävet kan också denitrifieras, vilket medför en positiv kalkeffekt.

Tabell 6.7. Maximal försurning på grund av svavel- och kväveoxidation, kg/ha CaO

Table 6.7. Acidification as a consequence of liming. Maximum acidification caused by sulphur and nitrogen oxidation, kg/ha CaO

Jord Soil	Behandling i fält Field treatment	Försurningsorsak Reason for acidification	
		S-oxidation	N-oxidation
	kg/ha CaO		
Järnvalla	20 000	630	1920
Skälboö	10 000	260	1800
	20 000	530	4500

De ovan beskrivna försurningsorsakerna kan endast förklara en liten del av den uppmätta försurningen. En stor del av försurningen måste nog förklaras med att kolsyra, bildad genom markandningen reagerar med kalken under bildning av kalciumvätekarbonat, som lätt lakas ut. Denna försurningsorsak ökar i betydelse med ökat pH-värde.

7. UTVÄRDERING AV PROJEKTET OCH FÖRSLAG TILL FORTSATTA UNDERSÖKNINGAR

Projektets tvärvetenskapliga uppläggning har varit mycket berikande och givit många nya infallsvinklar inom detta mångfasetterade problemområde. Samarbete över gränserna är nödvändigt för att komma fram till en enhetlig terminologi och klassifikation av gyttjejordarna. Under projektets gång har det framkommit att halten biogent kisel kan vara en viktig parameter både vid klassifikation av gyttjejordarna (kornstorleksanalys och jordartsbestämning) och för gyttjejordarnas egenskaper. Gyttejans biogena sammansättning (typ av alger samt andra partiklar av biogent ursprung) kan vara av stor betydelse för gyttjejordarnas odlingsegenskaper. Orsaken till gyttjejordarnas olika känslighet för försurning kan bero på bildningsmiljön, sammansättningen, porositeten, markanvändningen etc (Odén, 1968; Jones, Stevenson & Battarbee, 1986; Renberg, 1986).

Fortsatta undersökningar inom detta problemområde bör omfatta bl a följande:

1. Halten, sammansättningen samt de kemiska och fysikaliska egenskaperna hos biogent kisel i gyttjejordar. Kiselalger (porösa) utgör huvuddelen av det ursprungliga biogena kisel som avsatts vid bildning av gyttjesediment. I odlad mark tillförs årligen biogent kisel i form av fytoliter som förekommer i kvarlämnad halm och frigörs vid halmens nedbrytning. Dessa partiklar är kompakta och borde ej bidra med karakteristiska egenskaper till gyttjan. Det är möjligt att många av gyttjejordarnas karakteristiska egenskaper som låg skrymdensitet och hög porositet kan hänföras till halten kiselalger.
2. Kalkningens effekter på gyttjejordars sammansättning. Om det porösa biogena kiset upplöses och sönderfall av detritus påskyndas av kalkningen, hur länge dröjer det då innan gyttjejorden övergått i mineraljord? Hur påverkas porositeten? Hur djupt ned påverkar kalkningen gyttjejorden?
3. Vad är orsaken till den försurning som ofta sker vid dränering och uppodling av gyttjehaltiga jordar? Resultaten i denna undersökning antyder att mineraliseringen och oxidationen av kvävet har en mycket stor betydelse. Vilken betydelse har den ursprungliga avsättningsmiljön? Vilken är de antropogena sotpartiklarnas och den sura nederbördens roll i markförsurningen? Har gyttjejordens ålder någon betydelse för dess försurningskänslighet?

8. SAMMANFATTNING

Kapitel 1 beskriver miljön för gyttjebildningen, sammansättningen i olika typer av gyttjejordarter och kriterier för deras hittills tillämpade klassifikation.

I kapitel 2 beskrivs undersökningslokalerna. Projektet omfattar 10 huvudområden bestående av ett gemensamt undersökt odlat fält och minst en kvartärgeologisk referenslokal. Referenserna är nödvändiga för att kunna inpassa försöksfältets gyttjejordart i det lokala (regionala) sedimentbäckenets utvecklingshistoria. Därmed har också en jämförelse med områdets naturliga (ej uppodlade, okalkade och ogödslade) gyttjejordar kunnat utföras. Lokalerna är belägna i sydöstra och östra Sverige med ett undantag (lokal 5, Åckerud i Vänerbäckenet). Alla övriga ligger i Östersjöbäckenet (jfr fig 2.1). Lokalernas topografiska och geografiska läge, provtagningarnas omfattning och antalet insamlade och registrerade prov anges.

Kapitel 3 inleds med en beskrivning av tillämpad kvartärgeologisk (palaeo-ekologisk-stratigrafisk) metodik för undersökning av gyttjornas sammansättning, bildningsmiljö och ålder. Struktur-, diatomé-, pollen- och C14-analys har utförts. Plansch 3.1-3 illustrerar de vanligaste mikrofossilerna i gyttjejordarna. Analysresultaten redovisas lokalvis och illustreras med förenklade diagram, där vattenmiljön, landmiljön, åldern och tolkningen av landskapsutvecklingen i stora drag finns återgivna. Det framgår att de flesta undersökta gyttjejordarna har avsatts under salt- och brackvattenförhållanden eller i utsötat brackvatten och har en ålder från 2000 till 10 000 år. Undantagen är lokalerna Åckerud (5) och Kurö (6). De skiljer sig från resten av jordarna genom avsaknad av kiselalger och andra mikrofossil samt låga halter av organiskt kol. Jordarten vid Åckerud är med säkerhet ej någon gyttjejord medan jordarten vid Kurö är mer svårdefinierad.

De tio försöksjordarnas egenskaper redovisas ingående i kapitel 4. Varje jordprofil beskrivs med avseende på jordart, struktur och rotutveckling. Vidare redovisas jordarnas textur och glödgningsförlust tillsammans med vissa kemiska data som organiskt kol, kväve- och svavelhalt samt pH. Profilernas vattenhållande egenskaper redovisas tillsammans med bl a kompektensitet och torr skrymdensitet i tabeller och volymsdiagram. Gyttjejordarna har genomgående låg torr skrymdensitet, hög porositet och goda vattenhållande egenskaper. Rotutvecklingen är ofta begränsad till alvens övre del pga låga pH-värden. Trots detta är andelen för växterna åtkomligt vatten vanligen relativt stor.

I kapitel 5 görs ett försök att klarlägga gyttjesubstansens betydelse för jordens egenskaper. Det konstateras att halten organiskt material inte alltid är ett korrekt mått på gyttjehalten, speciellt i jordar med hög halt av kiselalger. För att få ett korrekt värde på gyttjehalten bör både halten organiskt material och halten biogent kisel bestämmas. Av figurerna 5.1 och 5.2 framgår att redan ett mycket litet inslag av gyttja ger stora effekter på både skrymdensitet och porositet, som minskar respektive ökar med ökat

gyttjeinslag. Viktiga kriterier för en gyttjejord är:

- (1) att det finns $> 1 \%$ organogent material i alven,
- (2) att torra skrymdensiteten är $< 1,1 \text{ g/cm}^3$ och
- (3) att porositeten är $> 60 \%$.

Kalkens inverkan på gyttjesubstansen analyseras i kapitel 6. Med tanke på att gyttjorna ofta är sura kan man förvänta sig att nedbrytningen av den organiska substansen skall öka påtagligt som följd av kalkning. Påverkan blev betydligt mindre än väntat. Andelen kiselhaltiga mikrofossil minskade även om de uppmätta förändringarna var små. Vid kalkningen förbrukas en stor del av kalken på grund av förurning. Undersökningen visar härvidlag att mineralisering och oxidation av kväve kan ha en stor betydelse för den förurning som ofta sker i samband med uppodling av gyttjehaltiga jordar. Kalkning hade ingen entydig effekt på gyttjejordarnas fysikaliska egenskaper.

Kapitel 7 omfattar synpunkter och kommentarer på utfört projektarbete och förslag till fortsatta forskningsinsatser. Projektets tvärvetenskapliga angreppsvinklar har visat sig vara fruktbärande. Nya kriterier och parametrar av betydelse för gyttjejordars klassifikation har framkommit. Fortsatta undersökningar koncentrerade på olika typer av biogent kisel (porösa kiselalger och kompakta fytoliter) och deras betydelse för jordarnas egenskaper samt kalkningens effekter på gyttjesubstansen föreslås. Bildningsmiljöns betydelse för gyttjejordarnas förurningskänslighet är en annan intressant fråga som kräver närmare penetrering.

9. SUMMARY

Chapter 1 describes the environment of gyttja formation, the structure and composition of different types of gyttja soils and current gyttja classification criteria.

Chapter 2 is a description of sites investigated. The project comprises 10 main study areas, each containing two kinds of sampling sites - one cultivated field and at least one reference site. The reference sites are necessary for reconstructing the historical development of the gyttja soil and for comparing it in its cultivated and the natural states. The study areas are located in southeastern Sweden with one exception, Åckerud (site 5) in the Lake Vänern basin. All other study areas are situated in the Baltic basin (cf. Fig. 2.1). The topographic and geographic location of the sampling sites, sampling data and number of samples registered are given. Table 2.1 shows the number of samples and different analyses carried out.

Chapter 3 describes the geological methods (palaeoecological-stratigraphical) applied to study the composition, depositional environment and age of gyttja soils. Plates 3.1-3 illustrate the most common microfossils in gytt-

ja soils. Results of analyses are presented for each site and simplified fine-composition and include diatom diagrams with data on the environmental (aquatic and terrestrial) age and interpretations of the development of the landscape. Most of the gyttja soils investigated were deposited in marine, brackish or slightly brackish conditions between 2000 and 10 000 B.P. The exceptions were sites 5, Åckerud and 6, Kurö which differed by the absence of diatoms and other microfossils and have very low values of organic carbon. Åckerud was therefore reclassified as a mineral soil but the Kurö soil was difficult to appraise.

The physical properties of the soils are presented in Chapter 4. Every profile is described with regard to soil type, soil structure and root development. Results of textural analysis and loss on ignition are presented together with some chemical data such as pH, organic carbon, nitrogen and sulphur content. The water-holding capacity of the profiles is presented together with particle density, dry bulk density etc. in tables and volume relations diagrams. Characteristic properties of gyttja soils are low dry bulk density, high porosity and good water holding capacity. Root development is often limited due to low pH in the subsoil. However, despite a limited root depth, gyttja soils have a large amount of water easily accessible to plants.

The effect of gyttja on the properties of soils is discussed in Chapter 5. It is pointed out that the organic matter content alone is not a good measure of the gyttja content of soils with a high content of diatoms. In such cases, both organic matter content and biogenic silicon (SiO_2) content have to be measured. Even a small amount of gyttja has considerable effects on the physical properties of the soil e.g. dry bulk density (Fig. 5.1) and porosity (Fig. 5.2). Important criteria to define a gyttja soil are:

1. Organic matter content $> 1 \%$ in the subsoil
2. Dry bulk density $< 1.1 \text{ g/cm}^3$
3. Porosity $> 60 \%$.

The effect of lime on the properties of gyttja soils is analysed in Chapter 6. Liming accelerated the decomposition of organic substances, although the effects were smaller than would be expected on such acid soils. The amount of siliceous microfossils decreased slightly. A great part of the applied lime was consumed by acidification. The investigation showed that the mineralisation and oxidation of nitrogen was of great importance for the acidification of cultivated gyttja soils. Liming had no distinct effect on the physical properties of gyttja soils.

Chapter 7 presents view points and comments on the project work and proposals for further research. The interdisciplinary character of the methods applied was shown to be advantageous and resulted in new criteria and parameters of importance for the classification of gyttja soils. Further studies concentrating on different types of biogenic silica (porous diatoms

and compact phytoliths), their reaction to liming and their importance for the properties of gyttja soils are proposed. The role of the sedimentary environment of gyttja soils for their sensitivity of acidification is another question of current interest.

10. LITTERATURFÖRTECKNING

- Andersen, S.T. 1966. Interglacial vegetational succession and lake development in Denmark. *The Palaeobotanist* 15, 117-127.
- Andersen, S.T. 1969. Interglacial vegetation and soil development. *Medd. Dansk Geologisk Forening* 19, 91-102.
- Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. *Grundförbättring* 8, specialnummer 2. 98 s.
- Andersson, S. 1962. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XIII. Några teoretiska synpunkter på vattenhaltsskurvor, dräneringsjämvikter och porstorleksfördelningar. *Grundförbättring* 15, 15-108.
- Andersson, S. & Wiklert, P. 1970. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XX. Studier av några markprofiler i Norrland. *Grundförbättring* 23, 3-76.
- Andersson, S. & Wiklert, P. 1972. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XXIII. Om de vattenhållande egenskaperna hos svenska jordarter. *Grundförbättring* 25, 53-143.
- Battarbee, R.W. 1986. Diatom analysis. In: Berglund, B.E. (ed.), *Handbook of holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley, Interscience Publication, 527-570.
- Battarbee, R.W. 1988. The use of Diatom Analysis in Archaeology: A Review. *Journal of Archaeological Science* 15, 621-644.
- Bjarnason, S. 1989. The long-term soil fertility experiments in southern Sweden. III Soil carbon and nitrogen dynamics. *Acta Agriculturae Scandinavica*. (i tryck).
- Berglund, B.E. (ed.). 1986. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley, Interscience Publication. 869 s.
- Bremner, J.M. & Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., (ed), *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Agronomy 9, 2nd ed), 595-624. Madison.
- DeMaster, D.J. 1981. The supply and accumulation of silica in marine environment. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 1715-1732.
- Ekström, G. 1927. Klassifikation av svenska åkerjordar. *Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C, nr 345*. 161 s. Stockholm.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1975. *Textbook of pollen analysis*. 296 s. Copenhagen.
- Fjaerdingstad, E. 1954. The subfossil algal flora of the lake Bölling Sø and its limnological interpretation. *Kongl. Danske Videnskab. Biologiske Skrifter* 7, 1-56.
- Florin, M.-B. 1973. Ekologiska salthaltsfrågor, med tyngdpunkt på diatoméer inom Östersjö-området. En historisk översikt. Department of Quaternary Geology. University of Lund. Report 3, 12-34.

- Florin, M.-B. 1984. Något om kiselalger och kiselalgsforskning. Svensk Botanisk Tidskrift 78, 277-292.
- Halden, B. 1935. Diatomacéanalys. Nordisk Familjebok, 3:e uppl.
- Iversen, J. 1958. The bearing of interglacial and interstadial epochs on formation and extinction of plant taxa. Uppsala universitets årskrift, 1958:6.
- Johansson, W. 1964. Markfysikalisk karakteristik av sex åkerjordprofiler. Grundförbättring 17, 267-301.
- Johnson, W.M. (ed.) 1981. Soil Taxonomy. Tunbridge Wells, U.K.: Castle House Publications Ltd. 754 s.
- Jones, V.J., Stevenson, A.C. & Battarbee, R.W. 1986. Land acidification and the land-use hypothesis: a mid-post-glacial analogue. Nature 322, 157-158.
- Jordartsnomenklatur. 1953. Regler utarbetade av representanter för Kungl. skogshögskolan (O. Tamm), Statens geotekniska institut (W. Kjellman, B. Jakobson), Statens väginstitut (N. von Matern, F. Rengmark, N. Odemark) och Sveriges geologiska undersökning (G. Ekström, E. Fromm, B. Järnefors). Stencil. 4 s.
- Järnefors, B. 1958. Beskrivning till jordartskarta över Uppsalatrakten. Sveriges Geologiska Undersökning. Ser Ba, nr 15. 46 s.
- Karlsson, R. & Hansbo, S. 1984. Jordarternas indelning och benämning. Geotekniska laboratorieanvisningar, del 2. Statens råd för byggnadsforskning, T 21: 1982, 2:a uppl. 48 s. Stockholm.
- Kungl. Lantbruksstyrelsen. 1965. Kungörelse, nr 1.
- Landva, A.O., Korpijaakko, E.O. & Pheeney, P.E. 1983. Geotechnical Classification of Peats and Organic Soils. In: Jarret, P.M., (ed.), Testing of Peats and Organic Soils. (ASTM Special technical publication 820), 37-51. Philadelphia.
- Larsen, P.A. 1978. Initial development (ripening) of some reclaimed gyttja soils in Kolindsund, Denmark. Catena. Vol. 5: 285-304.
- Ljung, G. 1987. Mekanisk analys. Beskrivning av en rationell metod för jordartsbestämning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Avd för lantbrukets hydroteknik. Avdelningsmeddelande 87:2. 13 s.
- Lundqvist, G. 1927. Bodenablagerungen und Entwicklungstypen der Seen. Die Binnengewässer II, 21-30.
- Lundqvist, G. 1942. Sjösediment och deras bildningsmiljö. Sveriges Geologiska Undersökning. Ser C, nr 446.
- Lundqvist, G & Thomasson, H. 1923. Diatomacéekologien och kvartärgeologien. Geologiska föreningen i Stockholm Förhandlingar, 45, 379-385.
- Miller, U. 1981. Diatoméanalytisk undersökning. I: Fredén, C., Brusewitz, A.-M., Cato, I., Fält, L.M., Häger, K.-O., Miller, U. & Samuelsson, L. Tuveskredet 1977-11-30. Geologiska undersökningar. Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter och meddelanden 26, 113-131.
- Miller, U. 1984. Något om diatoméer och diatoméanalys. Fauna och flora 79, 181-186.
- Miller, U. & Florin, M.-B. 1989. Diatom Analysis: Introduction to Methods and Applications. PACT 24, 133-157 (i tryck).

- Miller, U., Modig, S. & Robertsson, A.-M. 1979. The Yttersel Dwelling Site: Method Investigations. *Early Norrland* 12, 77-92.
- Modig, H., Miller, U. & Robertsson, A.-M. 1989. Försurning i äldre sedimentlagerföljder (med anknytning till och i jämförelse med nutid). *Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter och meddelanden*, 57 (i tryck).
- Nelson, D.W. & Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Page, A.L., (ed), *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Agronomy 9, 2nd ed), 539-579. Madison.
- Odén, S. 1968. Nederbördens och luftens försurningsprocesser, dess orsaker, förlopp och verkan i olika miljöer. *Svenska Naturskyddsföreningen. Bull.* 1, 1-86.
- Olsson, I.U. 1986. Radiometric dating. In: Berglund, B.E. (ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley, Interscience Publication, 273-312.
- Olsson, I.U. 1989. The ^{14}C Method, its Possibilities and some Pitfalls: An Introduction. *PACT* 24, 161-178 (i tryck).
- Piperno, D.R. 1988. *Phytolith Analysis. An Archaeological and Geological Perspective*. Academic Press. 280 s.
- Powers, A.H. & Gilbertson, D.D. 1987. A Simple Preparation Technique for the Study of Opal Phytoliths from Archaeological and Quaternary sediments. *Journal of Archaeological Science* 14, 529-535.
- Renberg, I. 1984. Förbränning och försurning går hand i hand. *Forskning och framsteg* 4, 36-40.
- Renberg, I. 1986. Varviga sjösediment i miljökontrollen. *Statens naturvårdsverk. Rapport* 3038. 43 s.
- Rhoades, J.D. 1982. Cation Exchange Capacity. In: Page, A.L., (ed), *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Agronomy 9, 2nd ed), 149-157. Madison.
- Risberg, J. 1989. Grain size distribution in sediments - a comparison between pipette and sedigraph analysis. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 111 (i tryck).
- Rovner, I. 1971. Potential of opal phytoliths for use in palaeoecological reconstruction. *Quaternary Research* 1, 343-359.
- Tabatabai, M.A. 1982. Sulfur. In: Page, A.L., (ed), *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Agronomy 9, 2nd ed), 501-538. Madison.
- Wiklert, P. 1964. Studier av vissningsgränsen. En modifierad odlingsmetod. *Grundförbättring* 17, 1-100.

Förteckning över utgivna häften i publikationsserien.

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET, UPPSALA. INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP.
AVDELNINGEN FÖR LANTBRUKETS HYDROTEKNIK. RAPPORTER.

- 115 Ingvarsson, A. 1978. Bevattning i fältmässig trädgårdsodling - Teknik och ekonomi. 45 s.
- 116 Berglund, G. 1978. Frosthävnings inverkan på dräneringsledningar. 59 s.
- 117 Berglund, G. 1979. De odlade jordarna i Uppsala län, deras geografiska fördelning och fördelning på jordarter. 42 s.
- 118 Berglund, G. m fl. 1979. Resultat av 1978 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 98 s.
- 119 Valegård, A. & Persson, R. 1981. Optimering av större ledningssystem för bevattning. 49 s.
- 120 Berglund, G. m fl. 1980. Resultat av 1979 års fältförsök avseende täckdikning, övrig grundförbättring och bevattning. 93 s.
- 121A Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2A: Deskriptiv behandling av grunddata från Kristianstads län. Preliminär upplaga.
- 121B Bjerketorp, A. 1982. Inventering av avrinningen inom regioner med stor jordbruksbevattning. 2B: Resultat och slutsatser avseende Kristianstads län. Preliminär upplaga.
- 122 Berglund, G., Håkansson, A. & Eriksson, J. 1980. Om dikningsintensiteten vid dränering av åkerjord. Resultat av fältförsök med olika dikesavstånd. III: Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 68 s.
- 123 Johansson, W. 1980. Bevattning och kvävegödsling till gräsvall. 83 s.
- 124 Heiwall, H. 1980. Underbevattning. Studier av grödans tillväxt och vattenförbrukning vid olika djup till grundvattenytan på en sandig grovmo. 17 s.
- 125 Berglund, K. 1982. Beskrivning av fem myrjordsprofiler från Gotland. 55 s.
- 126 Eriksson, J. 1982. Markpackning och rotmiljö. Packningsbenägenheten hos svenska åkerjordar. Förändringar i markens funktion orsakade av packning. 138 s.
- 127 Erpenbeck, J. M. 1982. Irrigation Scheduling. A review of techniques and adaptation of the USDA Irrigation Scheduling Computer Program for Swedish conditions. 135 s.
- 128 Berglund, K. & Björck, R. 1982. Om skördeskadorna i Värmlands län 1981. S. 1-8
Linnér, H. 1982. Växtnäringsbevattning. S. 9-16
Eriksson, J. 1982. A field method to check subsurface-drainage efficiency. S. 17-23
- 129 Karlsson, I. 1982. Soil moisture investigation and classification of seven soils in the Mbeya region, Tanzania. 56 s.
- 130 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del V: Skaraborgs län. 134 s.
- 131 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VI: Örebro och Västmanlands län. 83 s.
- 132 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del I: Ultunajordar. 125 s.
- 133 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VII: Uppsala län. 140 s.
- 134 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del VIII: Stockholms, Södermanlands och Östergötlands län. 122 s.
- 135 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktasammanställning. Del IX: Hallands, Jönköpings, Kronobergs, Kalmar och Gotlands län. 104 s.

- 136 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktsammanställning. Del X: Malmöhus och Kristianstads län. 116 s.
- 137 Wiklert, P., Andersson, S. & Weidow, B. Bearbetning och publicering: Karlsson, I. & Håkansson, A. 1983. Studier av markprofiler i svenska åkerjordar. En faktsammanställning. Del XI: Kristianstads län. 110 s.
- 138 Berglund, G., Huhtasaari, C. & Ingevall, A. 1984. Dränering av jordar med rostproblem. S. 1-20
Ingevall, A. 1984. Dränering av tryckvatten. S. 21-36.
- 139 Persson, R. 1984. Vattenmagasin för bevattning. 57 + 5 s.
- 140 Ingevall, A. 1984. Beräkning av lerhalt från vattenhaltsdata. En jämförelse mellan hygroskopicitets- och vissningsgränsdata som underlag för översiktlig jordartsbestämning. 61 s.
- 141 Alinder, S. 1984. Alternativa bevattningsformer. 1: Bevattningsramp. 29 s.
- 142 Linnér, H. 1984. Markfuktighetens inflytande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum Tuberosum* L.). 153 s.
- 143 McAfee, M. 1984. Drainage of Peat Soils. A literature review. 38 s.
- 144 Messing, I. 1985. Inverkan av tung körning på mark vid två tidpunkter under vårperioden. En markfysikalisk studie av en lerjord i Revingshedsområdet. 20 s.
- 145 Jonsson, B. 1985. Organiska och syntetiska fibermaterial som dräneringsfilter. 46 s.
- 146 Ericson, L., Fabricius, M., Danielsson, E., Hultman, B., Juto, H. och Huhtasaari, C. 1985. De odlade jordarna i Norrbottens och Västerbottens län. 82 s.
- 147 McAfee, M. 1985. The Rise and Fall of Bältinge Mossar. 76 s.
- 148 Johansson, W., Gustafsson, E.-L. & McAfee, M. 1985. Description of physical properties of twelve cultivated soils. 64 s.
- 149 Kreuger, J. 1986. Kemisk vattenkvalitet vid bevattning. S. 9-59.
Håkansson, A. & Kreuger, J. 1986. Vägledning för bedömning av kemisk vattenkvalitet vid bevattning. S. 61-78.
- 150 Alinder, S. 1986. Alternativa bevattningsformer. 2: Reglering av grundvattennivån. 65 s.
- 151 Edling, P. 1986. Soil Air. Volume and Gas Exchange Mechanisms. 132 s.
- 152 Andersson, L. & Gervais, P. 1987. Marktypskartering i NV Skåne med satellit fjärranalys. 29 s. (Institutionen för biometri och skogsindelning, Avd. för skoglig fjärranalys, Box 7079, 750 07 Uppsala)
- 153 Lindström, J. & McAfee, M. 1987. Air and water movement in covers for mine waste. 56 s.
- 154 Bjerketorp, A. & Axelsson, U. 1987. Markytesjunkning efter avvattning. Litteratur- och fältstudier i anslutning till ett område i Emådalen. 67 s.
- 155 Gustafsson, E.-L. 1987. Marktäckning. Effekter på olika jordtyper. 59 s.
- 156 Johansson, W. & Gustafsson, E.-L. 1988. Vattenförsörjning, tillväxt och evapotranspiration hos korn på fem lerjordar. 100 s.
- 157 Andersson, S. 1988. Om metoder att med utgångspunkt från bindningskurvan beräkna den kapillära ledningsförmågan. 30 s.
- 158 Karlsson, I. & Gustafsson, E.-L. 1988. Rotmiljö för vedartad växtlighet: Markundersökningar i sex planteringsytor. 77 s.
- 159 Jarvis, N. J. 1989. CRACK - a model of water and solute movement in cracking clay soils: Technical description and user notes. 54 s.

Denna serie rapporter utges av Avdelningen för lantbrukets hydroteknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Serien innehåller forsknings- och försöksredogörelser samt andra uppsatser som bedöms vara lämpade för mer allmän spridning. Uppsatser av huvudsakligen internt intresse publiceras i serien Avdelningsmeddelande. Tidigare nummer i rapportserien kan i mån av tillgång levereras från avdelningen.

This series of Reports is produced by the Division of Agricultural Hydrotechnics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. The series consists of reports on research and field trials and of articles or papers considered to be of general interest. Articles of mainly internal interest are published in a series of Divisional Communications (Avdelningsmeddelande). Earlier issues in the Report series can be obtained from the Division of Agricultural Hydrotechnics (subject to availability).

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för lantbrukets hydroteknik
Box 7014
750 07 UPPSALA, Sverige

Tel. 018 - 67 11 69, 67 11 81
